



Wirkung von Nachtfluglärm auf psychische Stressindikatoren

Beim Institut für Klinische Psychologie und Psychotherapie (IKPP)
der Universität Köln zur Erlangung des Grades
einer Doktorin der Philosophie
vorgelegte Dissertation

Erika Rey

geb. am 28.01.1962 in Düren

Erstreferent: Prof. Dr. Niels Galley

Koreferent: Prof. Dr. Gary Bente

Köln, im März 2002

0	DANKSAGUNG	9
1	EINLEITUNG	10
2	ÜBERBLICK ÜBER DIE FLUGLÄRMWIRKUNGSFORSCHUNG	16
2.1.	Studien zum Thema ‚Nachtfluglärm‘	20
2.2	Belästigung in der psychologischen Lärmwirkungsforschung	27
2.2.1	Problematik bei der Begriffsbestimmung von Belästigung	27
2.2.2	Messung des Konstrukts ‚Belästigung‘	28
2.2.3	Ausgewählte Ergebnisse der Annoyance-Forschung	29
2.2.4	Kritik an der Belästigungsmessung in der Lärmwirkungsforschung	32
2.3	Studien über psychische Lärmwirkungen	33
2.4	Auswirkungen von Schlafstörungen auf psychische Stressindikatoren	38
2.5	Überblick über Studien zur ‚Nachtlärmbewertung‘ auf ausgewählte physiologische Reaktionsparameter	39
2.5.1	Ausgewählte Studien zur Erkundung der Wirkung von nächtlichem Verkehrslärm auf den Schlaf	40
2.5.2	Ausgewählte Studien zur Erkundung der Wirkung von ‚Nachtlärm‘ auf den Hormonstatus	43
2.6	Untersuchungen über die Beziehung zwischen Verkehrslärm und seelischer Gesundheit	45
3	ZIELSETZUNGEN DER STUDIE	51
3.1	Einbindung der vorliegenden Studie in das Projekt ‚Leiser Flugverkehr‘	51
3.2	Zielsetzungen der vorliegenden psychologischen Untersuchung	54
4	DIE OPERATIONALISIERUNG VON ‚NACHTFLUGLÄRM‘	61
4.1	Fluglärm in seiner Bedeutung als Umweltstressor	61

4.2	Verwendete Fluglärmparameter	63
4.2.1	Energieäquivalenter Dauerschallpegel oder Mittelungspegel – $L_{A_{Seq}}$ oder L_{eq3}	63
4.2.2	Maximalpegel – $L_{A_{Smax}}$	64
4.2.3	Häufigkeit der Flugereignisse	66
4.2.4	Unterscheidung zwischen Start- und Landegeräuschen	66
5	KONZEPTUALISIERUNG EINES STRESSMODELLS DER PSYCHOLOGISCHEN UND PHYSIOLOGISCHEN WIRKUNGEN VON NACHTFLUGLÄRM	68
5.1	Biologische Stressmodelle	69
5.2	Transaktionale Stresstheorie	72
5.3	Konzeptualisierung der psychischen Stressreaktionen unter Einbeziehung der neueren biopsychologischen Stressforschung	76
5.3.1	Operationalisierung des Konzepts ‚Beanspruchung‘	80
5.3.2	Operationalisierung des Konzepts ‚Erholung‘	82
5.3.3	Operationalisierung des psychologischen Konstrukts ‚Befindlichkeit‘	83
5.4	Operationalisierung ausgewählter psycho-physiologischer Parameter	86
5.4.1	Operationalisierung der mentalen Leistungsfähigkeit	86
5.4.2	Operationalisierung der subjektiven und quantitativen Schlafparameter	90
5.4.3	Operationalisierung der endokrinologischen Parameter	92
5.5	Formulierung eines Modells der psychischen und physiologischen Wirkungen von Nachtfluglärm	95
6	FRAGESTELLUNGEN DER UNTERSUCHUNG	101
6.1	Allgemeine Fragestellungen	101
6.2	Konkrete Hypothesen zur Wirkung von Fluglärm auf psychologische Stressindikatoren	102
6.2.1	Unterschiedshypothesen über den Vergleich der Messwerte an verschiedenen Messtagen	103

6.2.2	Unterschiedshypothesen zum Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe _____	104
6.2.3	Hypothesen zur Auswirkung von Nachtfluglärm auf die Befindlichkeit ____	105
6.2.4	Hypothesen über den Einfluss von Nachtfluglärm auf die Beanspruchung_	105
6.2.5	Hypothesen über den Einfluss von Nachtfluglärm auf Erholungsvorgänge_	107
6.3	Konkrete Hypothesen zur Rolle wichtiger Moderatorvariablen _____	108
6.3.1	Hypothesen zur moderierenden Funktion von soziodemographischen Merkmalen _____	108
6.3.2	Hypothesen über den Einfluss von psychischen Moderatoren _____	110
6.4	Hypothesen zur Rolle des Mediators ‚Belästigung‘ _____	112
6.5	Hypothesen über die Rolle von lärminduzierter Schlafstörung als ‚sekundärer Stressor‘ für psychische Nacheffekte _____	113
6.6	Hypothesen über den Zusammenhang zwischen verschiedenen Stressindikatoren _____	114
6.6.1	Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit am Morgen _____	114
6.6.2	Zusammenhang mit dem Hormonstatus im Morgenurin _____	115
7	STUDIENDESIGN _____	117
7.1.	Untersuchungsvariablen _____	119
7.2	Versuchsablauf im Labor _____	125
8	METHODEN _____	127
8.1	Psychologische Erhebungsinstrumente _____	127
8.1.1	Der Mehrdimensionale Befindlichkeits-Fragebogen (MDBF) _____	127
8.1.2.	Erholungs- und Belastungsfragebogen (EBF) _____	131
8.1.3	Allgemeiner Fluglärmfragebogen (FA) und Spezieller Fluglärmfragebogen (FN-L) _____	135
8.1.4	Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) _____	137
8.2	Akustische Methodik zur Aufnahme und Wiedergabe des ‚Nachtfluglärms‘	138

9	STATISTISCHE VERFAHREN	140
10	STICHPROBE	143
10.1	Stichprobenauswahl	143
10.2	Beschreibung der Stichprobe	144
11	ERGEBNISSE DES MDBF	148
11.1	Deskriptive Analysen	148
11.2	Korrelationsanalysen	151
11.2.1	Korrelationsanalysen zwischen Fluglärmparametern (UVn) und MDBF-Daten (AVn)	151
11.2.2	Korrelationsanalysen zwischen Moderatorvariablen und MDBF-Daten	152
11.2.3	Partialkorrelationsanalysen zwischen MDBF-Daten und Fluglärmparametern unter Eliminierung der Moderatoren	155
11.2.4	Korrelationen zwischen den MDBF-Skalen und dem Mediator ‚Belästigung‘	156
11.2.5	Partialkorrelationsanalyse zwischen den Fluglärmparametern und den MDBF-Skalen unter Eliminierung des Einflusses des Mediators ‚Belästigung‘	157
11.2.6	Korrelationen mit anderen Stressindikatoren	158
11.2.6.1	Zusammenhänge mit den morgendlichen Leistungsdaten	159
11.2.6.2	Korrelationen mit den Hormonwerten aus dem Sammelurin der Nacht	162
11.2.6.3	Korrelationen mit Schlafparametern	163
11.3	Inter- und intraindividuelle Vergleiche	165
11.3.1	Interindividueller Vergleich für den Lärmparameter ‚Start / Landung‘	165
11.3.2	Interindividueller Vergleich für die Moderatorvariable ‚Geschlecht‘	166
11.3.3	Intra- und interindividuelle Vergleiche über den zeitlichen Verlauf der Studie	167
11.3.3.1	Intraindividuelle Vergleiche der MDBF-Daten an verschiedenen Messtagen im Labor	169
11.3.3.2	Interindividuelle Vergleiche der MDBF-Daten der Labormessung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe	171

11.3.3.3	Intraindividueller Vergleich der MDBF-Daten von Kontroll- und Experimentalgruppe der Prä- und Postmessung	173
11.3.3.4	Interindividueller Vergleich der MDBF-Daten von Kontroll- und Experimentalgruppe der Prä- und Postmessung	175
11.4	Ergebnisse der multivariaten Varianzanalysen	176
11.4.1	Ergebnisse der multivariaten Varianzanalysen für die Fluglärmparameter	176
11.4.2	Multivariate Analysen zur Bestimmung des Effekts der ‚Belästigung‘	182
11.4.3	Ergebnisse der Kovarianzanalysen	186
12	ERGEBNISSE DES EBF	189
12.1	Deskriptive Analysen	189
12.2	Ergebnisse der Korrelationsanalysen	192
12.2.1	Korrelationsanalysen zwischen Fluglärmparametern (UVn) und EBF-Daten (AVn)	192
12.2.2	Korrelationsanalysen zwischen den Moderatoren und den EBF-Daten	194
12.2.3	Partialkorrelationsanalysen für EBF-Daten und Fluglärmmaße unter Kontrolle der Moderatorvariablen	199
12.2.4	Korrelationen zwischen den EBF-Skalen und dem Mediator ‚Belästigung‘	201
12.2.5	Partialkorrelationsanalyse zwischen den Fluglärmparametern und den EBF-Skalen unter Kontrolle des Mediators ‚Belästigung‘	203
12.2.6	Korrelationen mit anderen Stressindikatoren	204
12.2.6.1	Korrelationen mit der Leistung am Morgen	205
12.2.6.2	Korrelation mit den Hormonwerten des nächtlichen Sammelurins	208
12.2.6.3	Korrelationen mit den Schlafparametern	209
12.3	Intra- und interindividuelle Vergleiche	210
12.3.1	Interindividueller Vergleich für den Lärmparameter ‚Start / Landung‘	210
12.3.2	Interindividueller Vergleich für die Moderatorvariable ‚Geschlecht‘	212
12.3.3	Intra- und interindividuelle Vergleiche über den zeitlichen Verlauf der Studie	213
12.3.3.1	Messwertvergleiche der EBF-Daten an verschiedenen Messtagen im Labor (intraindividueller Vergleich)	216

12.3.3.2	Messwertvergleiche der EBF-Daten von Experimental- und Kontrollgruppe (interindividueller Vergleich)	221
12.3.3.3	Intraindividueller Vergleich der MDBF-Werte der Prä- und Postmessungen	224
12.3.3.4	Interindividueller Vergleich der EBF-Werte der Prä- und Postmessungen	226
12.4	Ergebnisse der univariaten und multivariaten Varianzanalysen	229
12.4.1	Varianzanalysen für die Lärmparameter ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘	229
12.4.2	Varianzanalysen für den Faktor ‚Belästigung‘	236
12.4.3	Ergebnisse der Kovarianzanalysen mit der Kovariaten ‚Belästigung‘	243
13	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	251
13.1	Auswirkungen von Nachtfluglärm auf Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung	251
13.1.1	Überprüfung der Zusammenhangshypothesen	251
13.1.2	Überprüfung der Unterschiedshypothesen für den intraindividuellen Vergleich	252
13.1.3	Überprüfung der Unterschiedshypothesen für den interindividuellen Vergleich	254
13.2	Einfluss soziodemographischer und psychologischer Moderatorvariablen	255
13.3	Rolle des psychischen Mediators ‚Belästigung‘	258
13.4	Bedeutung von lärminduzierter Beeinträchtigung des Nachtschlafes für psychologische Nacheffekte	260
13.5	Zusammenhang zwischen den verschiedenen Ebenen der Stressindikatoren	260
13.5.1	Zusammenhang mit Indikatoren der Verhaltensebene – den Leistungsparametern	260
13.5.2	Zusammenhang mit Indikatoren der Körperebene – den Hormonparametern	262
13.6	Beantwortung der allgemeinen Fragestellungen	262

14	DISKUSSION	265
14.1	Bewertung des Forschungsansatzes der STRAIN -Studien	265
14.2	Bewertung des psychologischen Ansatzes	266
14.3	Nicht berücksichtigte Moderator- und Mediatorvariablen	269
14.4	Bewertung des Untersuchungsdesigns	272
14.5	Bewertung der statistischen Methoden	273
14.6	Kritik an der Operationalisierung von Fluglärm	275
14.7	Kritik an den Messinstrumenten	276
14.7.1	Kritik am Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)	277
14.7.2	Kritik am Erholungs- und Belastungsfragebogen (EBF)	279
14.8	Kritik an der Auswahl der Lärmparameter	280
14.9	Kritik an der Stichprobe	281
14.10	Diskussion der Ergebnisse	283
14.10.1	Unmittelbare Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm	283
14.10.2	Bedeutung der untersuchten soziodemographischen und psychologischen Moderatoren	288
14.10.3	Bedeutung des Mediators ‚Belästigung‘	291
14.10.4	Bedeutung der Schlafstörungen für die psychischen Stressindikatoren	293
14.10.5	Zusammenhang mit Stressindikatoren der Verhaltens- und der Körperebene	294
14.11	Bewertung der Beantwortung der allgemeinen Fragestellungen	296
14.11	Forschungsausblick	298
15	ZUSAMMENFASSUNG	302
	LITERATURVERZEICHNIS	304

0 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich zunächst beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), das mir diese Arbeit durch ein Promotionsstipendium ermöglicht hat, bedanken. Bei Herrn Dr. Alexander Samel – dem Leiter der Abteilung Flugphysiologie im DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin – bedanke ich mich für sein Vertrauen in die gelungene Verwirklichung dieser Arbeit und seiner begleitenden Unterstützung während ihrer Erstellung.

Meinem „Doktorvater“ am Institut für klinische Psychologie der Universität zu Köln, Herrn Prof. Dr. Niels Galley möchte ich meine Anerkennung für seine Bereitschaft, ein Thema zu betreuen, das außerhalb von seinen eigenen Forschungsarbeiten angesiedelt ist, ausdrücken und mich herzlich für die angenehme und konstruktive Begleitung bedanken. Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Gary Bente am Institut für Differenzielle Psychologie der Universität zu Köln für seine unkomplizierte Bereitschaft, sich als Zweitgutachter zur Verfügung zu stellen.

Abschließend möchte ich mich für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit in Form von Anregungen, Korrekturlesen und Aufmunterungen – bei Frau Elke Jordan, bei Frau Dr. Corinna ten Thoren und bei Frau Doris Werry und bei Herrn Jürgen Natus ganz herzlich bedanken.

Teil I: Theoretischer Hintergrund

„...that stress in modern life is induced by a variety of microstressors rather than a small number of single macrostressors“ (Schönpflug, 1983, S.323).

1 Einleitung

Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit der Rolle von ‚Nachtfluglärm‘ als Stressor. Umgangssprachlich können Stressoren als „alltägliche Belastungssituationen“ (Nitsch, 1981) bezeichnet werden, wobei ‚Fluglärm‘¹ durch eine deutliche Zunahme der Flugbewegungen in den letzten Jahrzehnten trotz der Entwicklung von Flugzeugen mit geringerer Schallemission eine zunehmende Rolle als ‚Umweltstressor‘ spielt (vgl. Groll-Knapp & Stidl, 1999). Nach einer neueren Erhebung fühlen sich 42% der Bundesbürger und –bürgerinnen durch ‚Fluglärm‘ gestört (SRU, 1996).² Damit liegt der Fluglärm als Belästigungsfaktor auf dem 2. Platz hinter dem Straßenverkehrslärm (Ortscheid & Wende, 2000). Dabei ist zu berücksichtigen, dass von einer relevanten Fluglärmbelastung nur in der Umgebung von Flugplätzen auszugehen ist (vgl. Neumann, 1997; Ortscheid & Wende, 2000), da der Lärm hauptsächlich beim Starten und Landen wahrgenommen werden kann (in großer Flughöhe ist diese Lärmquelle irrelevant).

Darüber hinaus weicht der Flugverkehr immer mehr in die sogenannten ‚Tagesrandzeiten‘ aus, das heißt, er wird zunehmend in den späten Abend- und frühen Morgenstunden abgewickelt. Die Problematik von ‚Nachtfluglärm‘ besteht beson-

¹ Wenn in dieser Arbeit von ‚Fluglärm‘ bzw. ‚Nachtfluglärm‘ gesprochen wird, handelt es sich bei dieser Bezeichnung schon um eine psychologische Größe, nämlich der Bewertung eines Geräusches als störender Schall. Deshalb müsste neutral und wissenschaftlich korrekt von ‚Nachtfluggeräuschen‘ bzw. ‚Nachtflugschall‘ gesprochen werden. Dennoch soll aus konventionellen Gründen der Begriff ‚Nachtfluglärm‘ verwendet werden, wie in den sonstigen Studien der ‚Fluglärmwirkungsforschung‘ auch.

² Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Sondergutachten „Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen“ (zit. n. Dolde, 2001).

ders für die Anwohner des Köln-Bonner Flughafens, der als einer der wenigen bundesdeutschen Flughäfen nicht über ein Nachtflugverbot verfügt. Dort wird vor allem nachts der Frachtverkehr abgewickelt, dessen Ausmaß vor allem durch den von UPS geplanten Ausbau einer erweiterten Frachtabfertigung¹ zukünftig noch zunehmen wird.

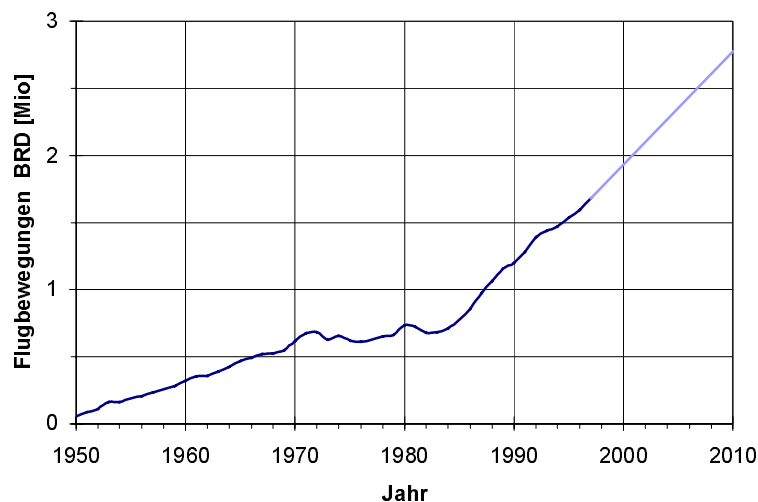


Abbildung 1: Flugbewegungsentwicklung von 1950 bis Ende der 90er Jahre sowie prognostizierter Verlauf bis 2010 (Quelle: DLR-Präsentation zur Informationsveranstaltung über die Nachtfluglärm-Laborstudien)

Im allgemeinen wird ‚Nachtflugverkehr‘ und die damit verbundenen Beeinträchtigungen des Schlafes von den Betroffenen als sehr belästigend eingeschätzt (Griefahn, 2000). Eine entsprechende Anzahl von Fluglärm-Initiativen und wachsender Widerstand gegen Nachtflüge – wie zum Beispiel in der Umgebung des Köln-Bonner Flughafens – verdeutlichen die daraus resultierende Reibung zwischen wirtschaftlichen Interessen und dem ‚Wohlbefinden‘ der Anwohner. Bei der zunehmenden Bedeutung von ‚Nachtfluglärm‘ ist es erstaunlich, wie wenige Studien im deutschsprachigen Raum seine Wirkungen auf den Menschen erforscht haben und dass es auch international vorwiegend nur epidemiologische Erhebungen zu diesem Thema gibt. Deshalb wird die weltweit größte systematische Untersuchung in Form von Labor- und Feldstudien zur Erforschung der physiologischen und psychologischen Auswirkungen von Nachtfluglärm im Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin (Abteilung Flugphysiologie) im Deutschen Zentrum für Luft-

¹ Siehe Kölner Stadtanzeiger vom 16./17.06.2001.

und Raumfahrt e.V. (DLR) in Köln-Porz durchgeführt. Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Dissertation im Fach ‚Psychologie‘, die vor allem psychische Reaktionen auf ‚Nachtfluglärm‘ erkunden will. In dieser Untersuchung werden die Daten von drei – im Untersuchungsablauf identischer – Laborstudien zusammengefasst, die im Herbst 1999 sowie im Frühjahr 2000 und 2001 unter dem Namen **STRAIN I, II und III** (s. Kap. 3) stattfanden.

Durch die räumliche Nähe zum Flughafen Köln-Bonn und den von ‚Nachtfluglärm‘ betroffenen Gebieten ist die Thematik der Studien in der Öffentlichkeit besonders präsent und die Erforschung von ‚Psychologischen Auswirkungen von Nachtfluglärm‘ ein aktuelles Anliegen. An dieser Stelle wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich beim DLR-Projekt ‚Leiser Flugverkehr‘ und dem Teilprojekt STRAIN (=Study on human specific Response to Aircraft Noise), in dessen Rahmen die vorliegende Arbeit eingebettet ist, um ein vom Flughafenbetreiber und von Fluglärminitiativen unabhängiges Forschungsprojekt handelt.

Die vorliegende Studie berührt viele Teilbereiche der Psychologie, zum Beispiel Umweltpsychologie (Umweltstressor ‚Fluglärm‘), Klinische Psychologie (Erkundung von Beziehungen zwischen seelischer Gesundheit und Krankheit), Biologische Psychologie (psychophysiologische Prozesse), Differentielle Psychologie (unterschiedliche Reaktionen von Personen auf den Stressor ‚Fluglärm‘), Arbeits- und Organisationspsychologie (Erforschung von Lärmwirkungen) und Medizinische Psychologie (die Beziehung zwischen physiologischen und psychologischen Variablen).

Aufgrund der Notwendigkeit einer Begrenzung auf zentrale Aspekte heraus soll in dieser Arbeit der Fokus auf umweltpsychologische Aspekte gelegt werden. Im Rahmen von Stresstheorien wird erkundet, ob und wie Stressprozesse infolge von ‚Nachtfluglärm‘ bei ‚gesunden‘ Menschen zu Veränderungen wichtiger psychologischer Parameter (‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘) führen. Durch die Nähe zu anderen Wissenschaftsbereichen, die auch durch die sinnvolle interdisziplinäre Konzeption des Gesamtprojektes ‚Leiser Flugverkehr‘ und des Teilprojektes STRAIN gegeben ist, ergibt sich darüber hinaus für die vorliegende Studie ein Bezug zu Medizin und Physiologie (physiologische Veränderungen), zur Physik (akustische und psychoakustische Parameter des ‚Nachtfluglärms‘), und zur Biochemie (endokrinologische Veränderungen). Allerdings wird in der vorlie-

genden Arbeit der Fokus auf die psychologischen Reaktionen auf Nachtfluglärm gelegt, da durch eine interdisziplinäre Teamarbeit andere Bereiche außerhalb dieser Dissertation erarbeitet und noch veröffentlicht werden.

Die vorliegende Arbeit ist in einen theoretischen und einen empirischen Teil gegliedert. Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die einzelnen Kapitel des theoretischen Teils der Arbeit (Teil I) gegeben. In Kapitel 2 wird ein Überblick über Forschungsarbeiten in ausgewählten Gebieten der Lärmwirkungsforschung gegeben, um die Studie in den Stand der Forschung einordnen zu können. Dabei ergibt sich aus den oben erwähnten vielfältigen Bezügen zu anderen Bereichen die Notwendigkeit der Begrenzung, zumal es alleine zum Thema ‚Auswirkungen von Fluglärm auf den Menschen‘ eine immense Anzahl von Untersuchungen gibt, die an dieser Stelle nicht dargestellt werden können.¹ Es wird deshalb nur auf einige wesentliche Bereiche der Fluglärmwirkungsforschung eingegangen, die für die Zielsetzungen und die Ableitung der Hypothesen der vorliegenden Studie von Relevanz sind.

Nach der Einordnung der Untersuchungen der Forschungslage die erwähnten Bereiche werden dann die Zielsetzungen der vorliegenden Arbeit aufgeführt (Kap. 3). Dabei wird zunächst die Einbindung dieser psychologischen Untersuchung in das Forschungsprogramm ‚Leiser Flugverkehr‘ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR, e.V.) vorgenommen (Kap. 3.1) und in einem weiteren Punkt folgend die Zielsetzungen dieser Arbeit in Bezug auf den aktuellen Forschungsstand aufgeführt werden (Kap. 3.2).

In Kapitel 4 wird der Begriff ‚Nachtfluglärm‘ erläutert. In diesem Zusammenhang rückt die umweltpsychologische Erforschung von ‚Umweltstressoren‘ in den Mittelpunkt. Im Anschluss daran werden Operationalisierungen von ‚Nachtfluglärm‘ durchgeführt, die als unabhängige Variablen in ein Modell der Fluglärmwirkungen und in die im Teil II dargestellte empirische Untersuchung eingehen.

Die theoretische Einordnung der vorliegenden Studie in die Stressforschung wird in Kapitel 5 aufgezeigt. Dabei wird auf biologische (Kap. 5.1) und kognitiv-psychologische Stresstheorien (Kap. 5.2) eingegangen. Für die Operationalisie-

¹ Ein Überblick über entsprechende Untersuchungen wird bei (Groll-Knapp & Stidl, 1999) und (Fields, 1994) gegeben.

rung der in dieser Arbeit untersuchten psychologischen Reaktionsvariablen ‚Be-
findlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ wird darüber hinaus auf moderne
biopsychologische Ansätze der Beanspruchungs- und Erholungsforschung zu-
rückgegriffen (Kap. 5.3). Weitere psychologische Reaktionsvariablen, wie die
‚kognitive Leistungsfähigkeit‘ sowie einige physiologische Parameter, deren Zu-
sammenhang mit den psychologischen Reaktionsparametern von theoretischer
und empirischer Relevanz sein kann, werden in ihren Grundzügen beschrieben
(Kap. 5.4).¹

Der theoretische Teil dieser Untersuchung wird mit der Konzeption eines ‚Modells
der psychischen und physischen Wirkungen von Nachtfluglärm‘ abgeschlossen
(Kap. 5.5). In diesem Modell werden die Zusammenhänge zwischen den ver-
schiedenen operationalisierten Variablen dargestellt. Für den empirischen Teil
(Teil II) der Arbeit dient das theoretisch aus der Stressforschung abgeleitete Mo-
dell dann zur Aufstellung der Hypothesen, die einer empirischen Prüfung
unterzogen werden (Kap. 6).

Im empirischen Teil dieser Arbeit werden zunächst die allgemeinen Fragestellun-
gen der Untersuchung dargestellt (Kap. 7). Danach werden die konkreten
Hypothesen für die angenommenen Unterschiede in den einzelnen Reaktionspa-
rametern und Zusammenhängen zwischen den ‚Fluglärmmaßen‘, aber auch den
‚Moderatorvariablen‘ und den abhängigen Variablen benannt.

In Kapitel 8 wird das Untersuchungsdesign der Studie vorgestellt.

In Kapitel 9 werden die einzelnen psychometrischen Erhebungsinstrumente be-
schrieben. Auf die ansonsten im Projekt eingesetzten physiologischen und
biochemischen Methoden wird aus ökonomischen Gründen im Einzelnen nicht
eingegangen.

Die statistischen Auswertungsverfahren werden in Kapitel 10 aufgeführt.

Kapitel 11 befasst sich mit der Anwerbung und der Auswahl der Versuchsperso-
nen. Die Stichprobe, die der vorliegenden Studie zugrunde liegt, wird
anschließend hinsichtlich von soziodemographischen und einiger relevanter Mo-

¹ Die Untersuchungsergebnisse zu den physiologischen Reaktionsvariablen werden in anderen
Veröffentlichungen im Rahmen der STRAIN -Studien dargestellt(s. Kap. 2).

eratorvariablen beschrieben. Dabei wird ein statistischer Vergleich zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe im Hinblick auf die Verteilung der für diese Untersuchung relevanten Moderatoren und Mediatoren vorgenommen.

Im Ergebnisteil (Kap. 12) werden die Resultate der deskriptiven und inferenzstatistischen Analysen der psychologischen Reaktionsvariablen dargestellt und beschrieben. Für die physiologischen Parameter werden – wegen der schon erwähnten Berücksichtigung in anderen Veröffentlichungen – nur die Korrelationsanalysen mit den psychologischen Messgrößen aufgeführt.

In Kapitel 13 erfolgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse dieser Studie, unter Bezug auf die allgemeinen Fragestellungen sowie die konkreten Arbeitshypothesen.

In einer abschließenden Diskussion (Kap. 14) werden zunächst die Ergebnisse erörtert und mit Ergebnissen der Lärmwirkungsforschung verglichen. Darüber hinaus wird diskutiert, ob die empirischen Ergebnisse einen Beleg für die Bewährung des Modells erbringen konnten. Daran anschließen soll sich eine kritische Betrachtung verschiedener Aspekte dieser Untersuchung (z.B. der Methoden, des Designs, der statistischen Analyseverfahren).

Abschließend werden die Konsequenzen aus den vorliegenden Ergebnissen dargestellt und ein Ausblick auf die weitere psychologische Aspekte der Lärmwirkungsforschung gegeben.

2 Überblick über die Fluglärmwirkungsforschung

In die Lärmwirkungsforschung gehen Erkenntnisse aus den Bereichen Medizin, Psychologie, Soziologie sowie der Natur- und Ingenieurwissenschaften ein.¹

An dieser Stelle wird nur die Beziehung der psychologischen Lärmwirkungsforschung zu verschiedenen psychologischen Bereichen kurz aufgezeigt. In der psychologischen Tradition werden aurale und extra-aurale Lärmwirkungen vor allem in der Arbeits- und Organisationspsychologie untersucht. Jedoch handelt es sich überwiegend um Lärmbelastungen höherer Intensität, wie sie an Arbeitsplätzen auftreten können, wodurch eine Vergleichbarkeit mit Studien über Folgen von ‚Fluglärm‘ aufgrund der geringeren Schallintensität nicht gerechtfertigt erscheint² (z.B. spielt das Thema ‚Lärmschwerhörigkeit‘ infolge von Verkehrslärm keine Rolle). Allerdings fließen Erkenntnisse durch die Lärmforschung der Arbeits- und Organisationspsychologie in die Erforschung der Fluglärmwirkung im Rahmen von umweltpsychologischen Ansätzen mit ein (bspw. bei der Untersuchung von Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit), da beide Forschungszweige sich mit der Erkundung von Zusammenhängen unter lebensnahen Bedingungen (im Feld) beschäftigen. Dadurch ergibt sich auch die Einbeziehung der sozialwissenschaftlichen Methodik in umweltpsychologische Studien (Befragungen von größeren Stichproben im Feld). Unter dem Aspekt der psychischen Gesundheit / Krankheit infolge von Lärmwirkungen wird außerdem das Gebiet der Klinischen Psychologie berührt. Insgesamt betrachtet kann die psychologische Lärmwirkungsforschung in den Bereich der ‚Angewandten Psychologie‘ angesiedelt werden.

Um die vorliegende Arbeit in den Forschungsstand sinnvoll einordnen zu können, werden aus der Vielzahl der Arbeiten zur Lärmwirkungsforschung überwiegend Untersuchungen aufgeführt, die sich mit den für diese Untersuchung relevanten Fragestellungen beschäftigen und deren Ergebnisse zur Ableitung der For-

¹ Eine Beschreibung der in diesem Kapitel verwendeten Lärmbegriffe (z.B. Maximalpegel, äquivalenter Dauerschallpegel etc.) kann im Kapitel 4 nachgelesen werden. Eine Erläuterung und Operationalisierung der erwähnten Schlafparameter findet sich in Kapitel 5.

² Vgl. Babisch (2000).

schungshypothesen herangezogen werden können.¹ In die Recherche werden Studien, die sich mit der Wirkung mehrerer Lärmquellen – beispielsweise mit dem Vergleich von verschiedenen Lärmquellen (Bsp.: Schienenlärm, Fluglärm) – befassen, der Übersicht halber nicht aufgenommen. Auch werden Studien, die sich ausschließlich mit der Verkehrslärmbelastung von Kindern beschäftigen, nicht aufgeführt, da sich die vorliegende Arbeit auf Fluglärmreaktionen von Erwachsenen bezieht. Die Untersuchungen zur Wirkung von Straßen- oder Schienenverkehrslärm sollen nur insoweit dargestellt werden, wie sie Erkenntnisse hinsichtlich der psychologischen Lärmwirkungen liefern können.

Bei den Folgen von ‚Fluglärm‘ unterscheidet Griefahn (1998) zwischen „Primärreaktionen“, worunter sie „akute vegetative Reizantworten“ und „Kommunikationsstörungen“ sowie „Störungen der Ruhe und Entspannung einschließlich des Schlafes“ versteht, und „Sekundärstörungen“ wie „Leistungsbeeinträchtigungen, das Gefühl der Belästigung und Verärgerung sowie Verhaltensänderungen“ (S.23). Gesundheitliche Beeinträchtigungen – die nur als teilweise reversibel gelten – werden nach Griefahn (1990) als Tertiärstörungen bezeichnet.

Zunächst werden Untersuchungen, die sich mit der Wirkung von Nachtfluglärm beschäftigen (wie die vorliegende Untersuchung), aufgeführt (Kap. 2.1). Dabei wird auf die Darstellung von Untersuchungen, die sich ausschließlich mit den direkten Auswirkungen von Lärm auf den ‚Nachtschlaf‘ beschäftigen („Primärreaktionen“), nur exemplarisch eingegangen², da für die vorliegende Arbeit

¹ Die Literaturrecherche wurde ‚online‘ über die Datenbanken ‚MEDLINE‘, ‚PSYCHLIT‘ und ‚ISI‘ (Institute for Scientific Information Citation Database) durchgeführt (Keywords: aircraft noise, traffic noise, stress, annoyance, mood, recreation, strain, psychological, psychology, physiological, physiology, performance, health, sleep, hormone‘) Darüber hinaus wurden die Übersichtsarbeiten zur Auswirkung von Fluglärm auf den Menschen von Groll-Knapp und Stidl (1999) (Erhebungszeitraum von 1985 bis zum 1. Quartal 2001), von Fields (1994) (Erhebungszeitraum 1943-1993) sowie von Linnemeier (1995) (Erhebungszeitraum 1982-1992) herangezogen. Die für die vorliegende Studie sowie andere Bereiche von STRAIN relevanten Forschungsarbeiten wurden in einer eigenen ‚Fluglärmdatei‘ über das Programm ‚Reference Manager‘ archiviert.

² Im Rahmen des STRAIN -Projektes werden die Auswirkungen des Fluglärms auf den Schlaf an anderer Stelle veröffentlicht.

die psychologischen Auswirkungen dieser Beeinträchtigung von Relevanz sind („Sekundärreaktionen“)¹.

Die psychologisch und sozialwissenschaftlich orientierte Lärmwirkungsforschung beschäftigt sich vorwiegend mit der Erfassung der ‚Belästigung‘ durch Fluglärm. Deshalb wird der Darstellung und der kritischen Bewertung dieses Gebietes angemessener Raum gegeben (Kap. 2.2). Darüber hinaus ist es ein wichtiges Ziel der vorliegenden Arbeit, die psychologische Lärmwirkungsforschung unter Einbindung des Konzepts der ‚Belästigung‘ weiterzuführen (s. Kap. 3.2).

Im nachfolgenden Kap. 2.3 werden Studien aufgeführt, die psychische Reaktionen auf Fluglärm untersucht haben. Aus dem Forschungsüberblick ergibt sich auch eine sinnvolle Einbettung dieser Studie in den Stand der Forschung und daraus folgend die Ableitung ihrer Notwendigkeit. Darüber hinaus können die erwähnten Studien zur Formulierung der Untersuchungshypothesen herangezogen werden. Außerdem werden auch psychologische Studien aufgeführt, die Nacheffekte von ‚Lärm‘ auf die ‚kognitive Leistungsfähigkeit‘ erforschen, da in der vorliegenden Arbeit auch Beziehungen zwischen dem ‚subjektiven‘ Erleben und der ‚Leistungsfähigkeit‘ untersucht werden.

Im Kap. 2.4 werden Untersuchungen der physiologischen Lärmwirkungen dargestellt, allerdings wird der Fokus auf den Parameter ‚Stresshormone‘ gelegt, da dieser neben der ‚Leistungsfähigkeit‘ und den in dieser Studie eingesetzten Konstrukten ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ als Nacheffekt von ‚Nachtfluglärm‘ aufgefasst werden kann. Auf die Darstellung von Forschungsarbeiten über andere physiologische Reaktionen auf Fluglärm wird nur am Rande eingegangen, um nicht den Rahmen dieser Arbeit zu sprengen.

In einem abschließenden Unterkapitel (Kap. 2.5) wird eine Auswahl von Arbeiten aus der Lärmwirkungsforschung hinsichtlich von Aussagen über den Zusammenhang zwischen Fluglärm und Gesundheit beziehungsweise Krankheit dargestellt,

¹ Bei Lazarus, DeLongis, Folkman und Gruen (1985) wird Schlafentzug auch als „Stressor“ bezeichnet und fungiert demnach in der vorliegenden Studie als Resultante von ‚Nachtfluglärm‘ als ‚sekundärer‘ Stressor.

wobei der Fokus auf psychische Erkrankungen, die im Zusammenhang mit Lärm-
belästigung gebracht werden, gelegt wird.¹

¹ Um einen umfassenden Überblick über Studien über den Zusammenhang von Fluglärm und Ge-
sundheit beziehungsweise Krankheit zu erhalten, wird an dieser Stelle nochmals auf die Arbeit von
Groll-Knapp und Stidl (1999) verwiesen.

2.1. Studien zum Thema ‚Nachfluglärm‘

Im Hinblick auf die Fluglärmwirkungsforschung der letzten Jahrzehnte fällt auf, dass sich bei der Vielzahl von Fluglärmstudien nur vergleichsweise wenige Arbeiten mit der Auswirkung von Nachtfluglärm auf den Menschen beschäftigen (Neugebauer, 1997). Darüber hinaus beruhen diese Untersuchungen auf einer geringen Stichprobengröße sowie geringen Anzahl von Versuchsnächten, wobei auf Anpassungs- und Kontrollnächte meist verzichtet wird (vgl. Basner et al., 2000). Weiterhin werden die Ergebnisse der Lärmstudien meist nicht durch den Einsatz einer Kontrollgruppe validiert.

Im Folgenden werden die wenigen Studien dargestellt und anschließend im Einzelnen bewertet.¹

In einer Feldstudie von *Vallet, Gagneux, Blanchet, Favre und Labiale (1983)* wurde die Schlafqualität durch polysomnographische Aufzeichnungen von Flughafenwohnern (40 Männer, 20-55 Jahre, Wohndauer: mindestens ein Jahr) untersucht. Der äquivalente Dauerschallpegel betrug in den Nächten 28 bis 55 dB(A) bei bis zu 35 Überflügen. Das Ergebnis der Studie ergab eine verkürzte Gesamtschlafdauer und eine verlängerte Einschlafzeit, sowie einen Anstieg der Herzfrequenz während eines Fluglärmereignisses.

Bewertung der Studie: Eine explizite Darstellung der Ergebnisse der statistischen Analysen fehlt in der Veröffentlichung. Zudem ist die Stichprobe nicht repräsentativ, da nur männliche Versuchspersonen untersucht wurden.

In zwei Laborstudien von *Wagner (1988)* wurde der Einfluss von Straßenverkehrslärm auf den Schlaf untersucht. In den Untersuchungen wurde die Schlafstadienverteilung von insgesamt 52 Personen im Alter von 18-31 Jahren (davon 18 unter Kontrollbedingungen) erhoben. Nach einer Gewöhnungsnacht er-

¹ Auf eine Darstellung der Arbeiten von Jansen (1970, 1986, 1987, 1995) zur Auswirkung von nächtlichem Fluglärm auf physiologische Reaktionen soll an dieser Stelle verzichtet werden, da nur Ergebnisse in Form von Schwellenwerten benannt werden, ohne eine genaue Versuchsbeschreibung sowie Angaben über die Größe der Stichprobe (Ausnahme: Jansen, 1995: N=1!) zu geben. Bei den oben genannten Veröffentlichungen handelt es sich z.T. um Empfehlungen, dabei bezieht sich Jansen vermutlich auf die Studie der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG, 1973). Unter Kap. 2.4.1 wird jedoch auf das sogenannte ‚Jansen-Kriterium‘ hingewiesen.

hielten die Experimentalgruppen unterschiedlichen Straßenverkehrslärm (1. Studie: PKW, kontinuierlich vs. intermittierend, 2. Studie: LKW, nur von 5-7 Uhr, Variation der Anzahl). Ergebnis der Studie war eine signifikante Reduktion von REM-Schlaf, jedoch kein Unterschied in der subjektiven Schlafqualität im Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe.

Bewertung: Die Einbeziehung einer Kontrollgruppe, einer Gewöhnungsnacht sowie einer Ruhenacht nach den 3 Lärmtagen sticht positiv hervor, da diese methodische Anforderung an eine Studie bisher selten in der Lärmwirkungsforschung Berücksichtigung gefunden hat. Allerdings fehlen eine Basisnacht sowie der intraindividuelle Vergleich zwischen Ruhe- und Lärmnächten.

In einer Laborstudie von *Maschke (1992)* wurden 16 Personen (Flughafenanwohner) 5 Lärmnächten ausgesetzt. Die eingespielten Fluglärmereignisse variierten einmal in der Anzahl (16, 32, 64) bei einem Maximalpegel von 75 dB(A) und zum anderen im Maximalpegel (55 und 65 dB) bei einer Anzahl von 16 Flugereignissen. Eine Kontrollgruppe wurde laut Maschke eingesetzt. Als Untersuchungsparameter wurden Schlafstadienlatenz, Dauer der Wachphasen, Schlafstadienverteilung, Bewegung, Hormonstatus und subjektive Schlafqualität erhoben. Das Resultat der Untersuchung war eine Schlafstadienverschiebung hin zu leichteren Schlafstadien ab einem Dauerschallpegel von 36 dB(A) und eine in den Lärmnächten um 60% erhöhte Adrenalinausscheidung, die bei einem Maximalpegel von 65 dB(A) höher ausfiel als bei 75 dB(A).

Bewertung der Studie: Aufgrund der Vielzahl der zu kritisierenden methodischen und konzeptionellen Mängel und wegen der Übersichtlichkeit werden die wesentlichsten Kritikpunkte nachfolgend dargestellt:

- Es fehlt eine theoretische Fundierung dieser Arbeit, aus der sinnvoll Hypothesen hätten abgeleitet werden können.
- Es werden keine Hypothesen benannt, so dass die Studie nur als explorativ bezeichnet werden kann. Die Ergebnisse stellt Maschke jedoch confirmatorisch dar.
- Die Stichprobengröße ist im Hinblick auf die eingesetzten multivariaten Datenanalysen zu klein, außerdem handelt es sich um eine

vorbelastete Personengruppe, wobei das Ausmaß der Vorbelastung nicht kontrolliert wurde.

- Eine oder zwei Gewöhnungsnächte an die Laborsituation fehlen.
- Es wurden zu wenige Lärmkategorien eingesetzt, um realistische Fluglärmbelastungen herzustellen.
- Auf eine Beeinträchtigung des Schlafes wird nur durch die Bewegung (Aktimetermessung) und die nachträgliche Fragebogenerhebung geschlossen. Polysomnographische Methoden wurden nicht eingesetzt, so dass die Aussagen über quantitative und qualitative Schlafparameter fragwürdig sind.¹
- Soziodemographische sowie psychische Faktoren (Einstellung gegenüber Fluglärm etc.) werden nicht als Moderatoren in die Untersuchung einbezogen.
- Das Hochrechnen der Hormonausscheidungsraten aus dem ‚8-Stunden-Sammelurin‘ der Nacht auf einen 24-Stunden-Wert ist wissenschaftlich nicht zu begründen.
- Die Ergebnisse für die Kontrollgruppe sowie der Vergleich mit der Experimentalgruppe werden nicht dargestellt.
- Die Ergebnisse wurden nicht auf ihre statistische Signifikanz überprüft.
- Die aus den Ergebnissen gezogenen Schlussfolgerungen sind aufgrund des eher explorativen Charakters dieser Studie sowie der fehlenden Beachtung von Validitätskriterien (z.B. Konstruktvalidität, statistische Validität) nicht zulässig.

In einer Feldstudie von *Ollerhead und Diamond (1994)* wurde eine Befragung von 200 Flughafenanwohner hinsichtlich ihren Reaktionen auf den nächtlichen Flug-

¹ In einer vergleichenden Literaturstudie bezweifelt Linnemeier (1995) die Validität vieler Studien, die sich mit den Auswirkungen auf den Schlaf beschäftigen, da oft eine Adaptations- und eine Basisnacht fehlten und die Aktometermessung nicht ausreichte, um Beeinträchtigungen des Schlafes zu erfassen.

lärm durchgeführt. Als ein Resultat der Studie gaben 25% der Flughafenwohner morgens eine starke Müdigkeit an.

Bewertung der Studie:

Die Müdigkeit wurde nicht operationalisiert und standardisiert erfasst.

In einer Feldstudie von *Maschke, Breinl, Grimm und Ising* (1994) wurden 8 Flughafenwohnern nach 5 Ruhenächten zusätzlich an vier Nächten mit Fluglärm beschallt (in das Schlafzimmer eingespielt) in einer Variation von 16, 32 und 64 Ereignissen und Maximalpegeln von 55, 65 und 75 dB. Aus dem Sammelurin der Nacht wurde der Hormonstatus bestimmt. Als Ergebnis der Studie wird eine signifikante Erhöhung von Adrenalin in Abhängigkeit vom Lärmpegel benannt. Alkoholkonsum und Persönlichkeitsmerkmale wurden bei den Ergebnissen berücksichtigt.

Bewertung der Studie: Es gelten im Wesentlichen wiederum die oben ausführlich beschriebenen methodischen Kritikpunkte. Die Bedeutung der eingesetzten Moderatoren wird theoretisch nicht begründet, so dass die ermittelten Zusammenhänge nicht sinnvoll interpretiert werden können. Das Aufkommen des ‚natürlichen‘ Fluglärms am Tage und in der Nacht ist nicht kontrolliert.

In einer von *Maschke et al.* (1995) durchgeführten Feldstudie wurden 28 Personen über 8 Tage untersucht, davon die ersten vier Nächte unter natürlichen ‚Fluglärmbedingungen‘, in den folgenden vier Nächten wurde dann Fluglärm eingespielt (Maximal-Pegel: 55 und 65 dB(A), Anzahl: 16 und 64). Erhoben wurde der Hormon- und Elektrolytstatus im 8-Stunden-Sammelurin, der dann auf 24 Stunden hochgerechnet wurde. Des Weiteren wurde das ‚subjektive Schlaferleben‘ erfragt, sowie das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) und die Befindlichkeitsskala von Zerssen (1976)¹ eingesetzt. Als Ergebnisse der Studie wird eine „schwach signifikante“ Korrelation des Schlaferlebens mit einigen Persönlichkeitsmerkmalen (Soziale Orientierung, Aggressivität, Körperliche Beschwerden, Gesundheitssorgen) benannt (S.72). Darüber hinaus wird als „auffälligstes Ergebnis ... die

¹ Bei diesem Befindlichkeits-Fragebogen handelt es sich um ein Instrument, dass für den klinisch-psychiatrischen Bereich entwickelt wurde und insofern für die in Fluglärmstudien untersuchten Populationen nicht besonders geeignet erscheint.

ungewöhnliche Determination zwischen der habituierten Cortisolausscheidung und der Persönlichkeit“ bezeichnet (S.123).

Entgegen den Ergebnissen der Laborstudie (Maschke, 1992) wurde diesmal kein signifikanter Zusammenhang zwischen Adrenalin- und Cortisolausscheidungen mit den Lärmbedingungen belegt. In der Zusammenfassung wird jedoch von einer relativen Erhöhung der Adrenalinausscheidung von 17% gesprochen (S. 4).

Bewertung der Studie: Die Kritikpunkte auf die erstgenannte Studie von Maschke treffen in allen Punkten auch auf diese Studie zu. Es fällt auch eine größere Divergenz zwischen den Ergebnissen auf, zum Beispiel bei der Erhöhung der Adrenalinausscheidung, die sich zum Teil durch den Laboreffekt erklären ließe, jedoch auch auf die methodischen und konzeptionellen Schwächen des Forschungsansatzes zurückzuführen ist (z.B. ist meist nicht ersichtlich, worauf sich die Prozentzahlen beziehen). Eine statistische Überprüfung auf Signifikanz der Unterschiede wäre sinnvoller und wissenschaftlich seriöser gewesen. Über die Kritikpunkte an den vorigen Studien hinaus werden nun weitere kritische Anmerkungen bezüglich der „Feldstudie“ aufgelistet:

- Es fehlt eine Kontrollgruppe. Darüber hinaus ist auch der intraindividuelle Vergleich der ersten vier Nächte ohne eingespielten Fluglärm, in denen die ‚natürlichen‘ Lärmbedingungen nicht erhoben wurden, erschwert. Die ermittelten Veränderungen in den verschiedenen Parametern können damit nicht ausschließlich auf den eingespielten Fluglärm zurückgeführt werden.
- Die theoretische Begründung für den Einsatz des Freiburger Persönlichkeitsinventars sowie für die postulierten Arbeitshypothesen bezüglich der Persönlichkeitsmerkmale ist unklar und damit sind die ermittelten Zusammenhänge mit anderen Parametern nicht kausal interpretierbar.¹

¹Außerdem ist der FPI ein Fragebogen, dessen Einsatz und Interpretation psychologisch-diagnostische und testmethodische Kenntnisse, die im Rahmen eines Studiums der Psychologie vermittelt werden, voraussetzt (vgl. Testkuratorium der Föderation Deutscher Psychologinnenvereinigungen, 1986: Richtlinien für den Einsatz und Vertrieb psychologischer Testverfahren). Nach Wissen der Autorin ist in der Arbeitsgruppe um Maschke keine Psychologin oder kein Psychologe tätig.

- Die aus dem graphischen Verlauf der Befindlichkeitsdaten (nach Zerssen, 1976, erhoben) über die Versuchstage getroffene Aussage „dass die Versuchspersonen im Mittel eine subjektive negative Beeinflussung ihrer Befindlichkeit erfahren haben“ (S. 83) kann nicht nachvollzogen werden. Eine Zuordnung zu den entsprechenden Lärmereignissen sowie die Überprüfung auf statistische Relevanz fehlen.
- Das Schlaferleben wurde nicht systematisch erfasst. Darüber hinaus ist der Einsatz der Faktorenanalyse bei der Auswertung der Schlafragebögen nicht nachvollziehbar.

In einer „Feldstudie“¹ von *Harder, Maschke und Ising (1999)* nahmen 16 Versuchspersonen aus der Umgebung des Hamburger Flughafens teil (Alter 25-60 Jahre). Über Nacht wurden die gleichen Fluggeräusche eingespielt, wie in der oben beschriebenen Untersuchung von *Maschke et al. (1995)*. Als Reaktionsparameter wurde der Hormon- und Magnesiumgehalt² aus dem ‚8h-Sammelurin‘ der Nacht -hochgerechnet auf 24 Stunden – bestimmt, Fragen zum Schlaferleben und zur Tagesbelastung gestellt sowie die Befindlichkeitsskala von Zerssen (1976) eingesetzt. Dazu wurde ein „Stressregulationstest ... zur objektiven Bestimmung der Fähigkeit des individuellen Umgangs mit Stress durchgeführt, der sich auf das „Regulationsverhalten der Elektrodermalen Aktivität“ “ (S.43) bezieht. Als Ergebnisse der Studie werden eine erhöhte, jedoch nicht signifikante Cortisolausscheidung nach Beginn der Fluglärmnächte, eine deutliche Zunahme der Tagesbelastung durch den Fluglärm, eine kontinuierliche Abnahme der subjektiven Leistungsfähigkeit (über ein Item erfragt) und der Einschätzung „ich fühle mich frisch“ sowie eine Zunahme der Einschätzung „ich fühle mich belastet“, erwähnt. Als Ergebnis der morgendlichen Erhebung der Befindlichkeit nach Zerssen (1976) wird aufgrund einer Trendlinie davon ausgegangen, "dass die Versuchspersonen im Mittel eine subjektive negative Beeinflussung ihrer Befindlichkeit erfahren“. Darüber hinaus werden Korrelationsberechnungen des

¹ Bei diesen Studien handelt es sich nicht um echte Feldstudien, da der Fluglärm eingespielt wurde.

² Die Ernährung wurde während der Studie nicht kontrolliert, die Magnesiumwerte sind deshalb nicht interpretierbar (Anmerkung der Verfasserin).

‚Schlafenerlebens‘ mit verschiedenen Persönlichkeitsmerkmalen (aus dem FPI) aufgeführt.

Bewertung der Studie: Die Kritikpunkte für die oben erwähnte Studie von Maschke et al. (1995) gelten auch für diese Studie. Nur wurde in dieser Arbeit kurz auf zwei Stressmodelle (von Selye und Henry) eingegangen und einige Arbeitshypothesen für eine erhöhte Ausscheidung von Stresshormonen, der Veränderung des Blutbildes und der subjektiven Beeinträchtigung des Schlafes aufgeführt. Für die anderen Untersuchungsparameter werden jedoch keine Hypothesen formuliert. Die Aussagen, die anhand der Ergebnisse gemacht werden, können nicht nachvollzogen werden.¹ Auch diese Studie trägt aufgrund gravierender konzeptioneller und methodischer Mängel² nur eingeschränkt zum Erkenntnisgewinn für die Fluglärmwirkungsforschung bei. Durch den eingespielten Fluglärm kann darüber hinaus nicht die für Feldstudien angestrebte hohe ökologische Validität erzielt werden.

Resümee: In Anbetracht der erheblichen konzeptionellen und methodischen Mängel dieser Studie ist die Interpretation der Ergebnisse, wie sie Maschke et al. (1995) vornehmen, fragwürdig.³ Leider lassen sich deshalb aus der Untersuchung nur eingeschränkt Hypothesen für die vorliegende Studie ableiten. Jedoch ergibt sich auf jeden Fall eine Begründung dafür, dass die Auswirkungen von Nachfluglärm in weiteren Studien – unter Vermeidung der erwähnten Kritikpunkte – erforscht werden sollten.

¹ An dieser Stelle soll ein Zitat aus den Schlussfolgerungen der besprochenen Arbeit zur ‚Erbaunung‘ der Leserin und des Lesers aufgeführt werden: „Abschließend kann hervorgehoben werden, dass im Mittel über alle Versuchspersonen kaum eine Reaktion mit Cortisol zu erkennen ist ... Erst durch Zusammenfassen von Personen, die eine ähnliche Reaktionsweise haben, war es möglich, eine Aussage zu erhalten...Der Zusammenhang zwischen der Cortisolausscheidung und den Ergebnissen des Stressregulationstests bestätigt, dass die Regulation dieser Personen nicht mehr optimal funktioniert. Sie befinden sich an der Grenze zur Krankheit. Über einen langen Zeitraum kann das Hinübergleiten zur Krankheit nicht mehr ausgeschlossen werden.“ (S.VI) – Anmerkung der Verfasserin: War die Identifizierung von „kranken“ Personen oder die Wirkung von Nachtfluglärm Zielsetzung dieser Arbeit?

² Als ein Beispiel soll die falsche Berechnung des Äquivalenten Dauerschallpegels aus der Häufigkeit von 32 Flugereignissen mit einem Maximalpegel von 65dB(A) angeführt werden: Harder et al. (1999) berechnen einen Dauerschallpegel von 32dB(A), tatsächlich ergibt sich aus dieser Kombination ein Wert von 45,5 dB(A) (vgl. Basner et al., 2000)

³ Neben den genannten Mängeln der Arbeit fallen auch formale Fehler auf, z.B. stimmt die Gliederung teilweise nicht mit den Seitenzahlen des Textes überein (z.B. S.42ff.), was die Suche unangenehm erschwert.

2.2 Belästigung in der psychologischen Lärmwirkungsforschung

In der Fluglärmwirkungsforschung dominieren Studien über die Untersuchung der Belästigungsreaktion (engl.: Annoyance). Belästigung wird dabei als wichtigste psychologische Lärmwirkung angesehen (Guski, 2001). Trotz der Fülle an Untersuchungen zu diesem Gebiet fällt jedoch die konzeptionelle Schwäche des Begriffes ‚Belästigung‘ auf (vgl. Schick, 1997). Diese Problematik sowie die darauf basierenden methodischen Mängel bei der Messung werden in den folgenden Unterpunkten dargestellt. Weiterhin wird ein Überblick über die für die vorliegende Untersuchung relevanten Ergebnisse der Studien über Lärmbelästigung gegeben. In einem abschließenden Unterpunkt wird die Belästigungserhebung im Rahmen von Lärmwirkungsstudien in einigen wesentlichen Punkten kritisiert. Aus dieser kritischen Betrachtung des Belästigungskonzepts ergeben sich für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit wichtige Hinweise hinsichtlich einer Neubewertung der Rolle von Belästigung im Rahmen von kognitiven Stressmodellen und dem Einsatz aussagekräftigerer und weiterführenderer psychologischer Lärmwirkungsparameter (s. Kap. 3).

2.2.1 Problematik bei der Begriffsbestimmung von Belästigung

In der Lärmwirkungsforschung gibt es bisher keine allgemeine Theorie und keine einheitliche Konzeptualisierung des Begriffs der Belästigung (vgl. Kastka, 1976; Evans, 1984; Staples, 1996; Schick, 1997), was eine Abgrenzung zu anderen psychoakustischen Größen (z.B. Perceived Noisiness) oder psychologischen Konstrukten (z.B. Einstellungen, Emotionen) erschwert. Problematisch erweist sich dabei die Alltagssprachlichkeit des Begriffs und die Schwierigkeit, Belästigung als eine isolierbare Größe zu fassen (vgl. Schick, 1997).

Ein Definitionsvorschlag von Lindvall und Radford (1983)¹ beschreibt Annoyance „... as a feeling of displeasure associated with any anger or condition known or believed by an individual or group to adversely affect them.“ In diesem Forschungskonzept rückt damit der Begriff „Belästigung“ in die Nähe von Emotionen und wird von Evans (1984) auch als eine „milde Form von Ärger“ beschrieben.

¹ Zitiert nach Berglund, Lindvall und Schwela (1999, S.50).

Jedoch werden andere emotionale Reaktionen auf Fluglärm, zum Beispiel Furcht, damit nicht berücksichtigt (vgl. Borsky, 1979).¹

In einem anderen Untersuchungsansatz wird das Belästigungs-Konzept unter Einsatz von Dosis-Response-Modellen in seiner Beziehung zu physikalischen oder psychoakustischen Lärmparametern (z.B. zu Pegelmaßen, Lautheit, Perceived Noisiness²) untersucht.³ Rohrman, Finke, Guski, Schümer und Schümer-Kohrs (1978) sprechen in diesem Zusammenhang von einer „Gestörtheitsreaktion“ oder von „Unerwünschtheit“. Allerdings ist kritisch anzumerken, dass die Gefahr einer Konfundierung der Belästigung mit dem Lärm-Begriff, der als „unerwünschter Schall“ definiert wird, besteht und der Erklärungsgewinn dadurch minimiert ist. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass physikalische Lärmparameter nur zum Teil zur Varianzaufklärung der Belästigungsreaktion beitragen.⁴

In neueren Studien zur Annoyance wird zunehmend die Bedeutung von psychischen Größen (z.B. Einstellung zur Geräuschquelle, Persönlichkeitsmerkmale, Kontrollüberzeugungen) als Moderatoren oder Mediatoren von Belästigung untersucht (vgl. Schick, 1997). Damit können wichtige Einflussgrößen, sowie auf Fluglärm besonders „sensibel“ reagierende Personengruppen erfasst werden.

2.2.2 Messung des Konstrukts ‚Belästigung‘

In der Lärmwirkungsforschung gibt es keine einheitliche Erfassung des Phänomens der Belästigung.⁵ Dies erschwert die Vergleichbarkeit von Untersuchungen in der Annoyance-Forschung. Es werden entweder unipolare Skalen oder „Multi-Item“-Instrumente eingesetzt, um die Belästigungsreaktion zu messen. Erschwerend für eine Vergleichbarkeit ist die Verwendung verschiedener Skalen (Anzahl

¹ So zeigt sich z.B. in einer Untersuchung von Anwohnern des Amsterdamer Flughafens (N = 5092) vor und nach einem Flugzeugabsturz ein deutlicher Anstieg für die Belästigung, wofür eine Zunahme von Furcht zur Erklärung herangezogen wird (Reijnefeld, 1994).

² Kryter (1970) setzt ‚Annoyance‘ mit dem psychoakustischen Lärmmaß ‚Perceived Noisiness‘ gleich.

³ Vgl. Björkman, Åhrlin und Rylander (1992); Kryter (1984).

⁴ Berglund (1999) weist darauf hin, dass Annoyance nicht nur von akustischen Faktoren abhängt. Aasvang und Engdahl (1999) unterscheiden in diesem Zusammenhang sogar zwischen ‚noise-specific annoyance‘ und ‚subject-specific annoyance‘.

⁵ Vgl. Studiengemeinschaft Schienenverkehr (1999); Felscher-Suhr et al. (2000); Guski (2001).

der Antwortalternativen, unterschiedliche Fragestellungen).¹ Besonders häufig wird das sogenannte „Lärmbarometer“ verwendet, bei dem die befragte Person ihre Belästigung durch Lärm auf einem 11-stufigem „Belästigungsthermometer“² (Winneke & Liu, 1995) einschätzen soll. Methodisch anzumerken ist dabei, dass die Skala eventuell ‚überdifferenziert‘³ und nicht äquidistant ist. Unter diesem Gesichtspunkt wäre der Einsatz einer 5-stufigen Likert-Skala sinnvoller⁴. Im Sinne einer internationalen Standardisierung der Belästigungs-Messung empfehlen auch Felscher-Suhr, Guski und Schuemer (2000) den Einsatz einer 5-stufigen Skala, die eine differenzierte Erfassung von Belästigung zulasse. Zur Ermittlung der Gütekriterien von Annoyance-Skalen liegen bisher nur wenige Untersuchungen vor.⁵

Darüber hinaus ist infolge der oben genannten konzeptionellen Problematik und der Konfundierung mit anderen psychologischen Begriffen kritisch zu hinterfragen, ob es sich bei der Belästigung überhaupt um ein eindimensionales Konstrukt handelt.

2.2.3 Ausgewählte Ergebnisse der Annoyance-Forschung

Ein Gesamtüberblick über Untersuchungen zur Belästigung durch Fluglärm kann wegen des enormen Umfangs an dieser Stelle nicht gegeben werden.⁶ Exemplarisch werden dafür einige wesentliche Forschungsansätze und -ergebnisse dargestellt, die von Relevanz für die vorliegende Studie sind und zur Bildung von Forschungshypothesen herangezogen werden (s. Kap. 6).

Ein großer Teil der Untersuchungen zur Fluglärmwirkung nimmt Befragungen über die erlebte Belästigung durch Lärm, zum Beispiel bei Flughafenwohnern vor und erstellt Dosis-Wirkungs-Beziehungen mit akustischen Lärmmaßen. Dazu wer-

¹ Vgl. Fields und Walker (1982).

² Diese Skala weist Einteilungen von 0 bis 10 auf. Die Skalenendpunkte sind mit „überhaupt nicht belästigt“ und „extrem belästigt“ gekennzeichnet.

³ In einer Untersuchung konnte Oliva (1998) jedoch Hinweise auf fehlende Boden- oder Deckeneffekte und eine „quasi-metrische“ Struktur eruieren.

⁴ Rohrmann (1978) belegt in einer Untersuchung die Vorzüge von Likert-Skalen gegenüber anderen Skalen. In der Fluglärmwirkungsforschung wurde die Likert-Skala u.a. von Bishop (1966) eingesetzt.

⁵ Beispielhaft kann eine Untersuchung der Reliabilität der von unipolaren Annoyance-Skalen (Jonsson, Sörensen, Arvidsson & Berglund, 1975) angeführt werden.

⁶ Bei Berglund und Lindvall (1995); Fields (1994) und Groll-Knapp und Stidl (1999) wird ein umfassender Überblick über Studien u.a. zur Erkundung von Annoyance gegeben.

den entweder die Mittelwerte herangezogen oder der Prozentanteil der Personen mit extremen Skalenwerten als "highly annoyed" berechnet. Dies geschieht per Konvention, indem man zum Beispiel beim Lärmbarometer die Stufen 8 - 10 zusammenfasst. Da sich im üblichen Lärmbereich ein linearer Zusammenhang mit den akustischen und psychoakustischen Lärmmaßen (z.B. mit Dauerschallpegel, Lautheit, Maximalpegel) ergibt (vgl. z.B. Bishop, 1966; Kryter, 1972; Gunn, Shigehisa, Fletcher & Shepherd, 1981; Oliva, 1998)¹, werden mangels eines Schwellenwertes akustische Lärmmaße in einer Größenordnung als vertretbar angesehen, die einen Anteil von bis zu 20% stark bis unerträglich stark belasteter Personen vorhersagen, das heißt, es handelt sich bei diesem Maß um eine willkürliche Setzung ohne empirische Begründung.² Das Dosis-Wirkungs-Modell dient auch zur Vorhersage der Belästigung (z.B. von Flughafenwohnern) durch physikalische Lärmgrößen. In vielen Untersuchungen werden andere (demographische und psychologische) Faktoren, die zu der interindividuellen Varianz der Belästigungsreaktion beitragen, nicht berücksichtigt (z.B. Grigg, Haboly & Cheng, 2000).

De Jong (1993) wies einen akustischen Schwellenwert für die Belästigungsreaktion ab 30 dB(A) nach (wie bereits oben erwähnt ist die Beziehung dann für den üblichen Lärmbereich linear). Bei gleichem Lärmpegel ist die Belästigung nachts deutlich höher als tagsüber (Guski, 2001; Miedema, Vos & de Jong, 2000). Sie ermittelten nachts die gleiche Annoyance bei einem um 10 dB verringerten Lärmpegel.

Eine Adaptation oder Habituation an Fluglärm für die Belästigungsreaktion konnte nicht belegt werden (z.B. Rohrman, 1974), in Langzeitstudien nahm die Annoyance sogar zu (z.B. Weinstein, 1982).

Im Vergleich mehrerer akustischer Lärmparameter wurde eine größere Abhängigkeit der Belästigungsreaktion vom Maximalpegel und der Häufigkeit der Fluglärmereignisse ermittelt als vom Mittelungspegel (Björkman, Ahrlin & Rylan-

¹ Bishop (1966) stellte in einer Untersuchung (N=55) eine Verdopplung der Belästigung (5-stufige Skala) bei einer Zunahme von 16 dB fest.

² Maschke (1996, zit. n. Ortscheid & Wende, 2000) setzt einen Wert von 25% fest. Ortscheid und Wende (2000, S.28) meinen dazu: „...dass das von ihm gewählte ‚25%-Kriterium‘ aus den Ergebnissen der Lärmwirkungsforschung selbst nicht ableitbar ist, sondern eine willkürliche Festsetzung darstellt.“

der, 1992). Dabei soll ein größerer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Belästigung und der Anzahl der Flugereignisse als mit dem Maximalpegel bestehen (DFG, 1973; Gunn et al., 1981; Schick, 1997).

Als weiterer wichtiger akustischer Parameter wurde in verschiedenen Studien der Frequenzanteil der Lärmereignisse untersucht, wobei niedrigfrequente Geräusche die Annoyance erhöhten (Berglund, Hassman & Job, 1996; Fidell, 2000; Silvati, Fidell, Pearsons & Sneddon, 2000). Bei der Größe der Beziehung ist zu beachten, dass bei intraindividuellen Berechnungen kleinere Zusammenhänge von ‚Annoyance‘ mit akustischen Lärmmaßen gefunden werden als bei interindividuellen.¹

Die Studien, die den Einfluss von demographischen Faktoren berücksichtigen, kommen zu widersprüchlichen Ergebnissen, wobei das Alter eine größere Rolle als das Geschlecht spielen soll.² Der Einfluss der Einstellung gegenüber der Lärmquelle auf die empfundene Belästigung konnte dagegen in mehreren Untersuchungen eindeutig nachgewiesen werden (Jonsson & Sörensen, 1967; 1970; 1979; Miedema & Vos, 1999; Berglund & Lindvall, 1995). Nach einer Studie von Glass und Singer (1972b) hängt die Belästigung im großen Maße von dem Moderator ‚Erlebte Kontrollierbarkeit versus Unkontrollierbarkeit‘ eines Geräusches ab.

Auch die Bedeutung einiger Personenmerkmale (Emotionale Labilität, Extraversi-on, Ängstlichkeit, „Lärmempfindlichkeit“) als Moderatoren für die Belästigung konnte belegt werden, wobei diese mit zunehmender Fluglärmbelastung eine größere Rolle spielen sollen (Cederlöf, Jonssen & Sörensen, 1967; Shigehisa & Gunn, 1979; Gunn Shigehisa & Fletcher, 1981).

Der Einfluss der Belästigung durch Lärm auf die Gesundheit konnte bisher nicht empirisch nachgewiesen werden³, zumal der Zusammenhang zwischen physiologischen Parametern und Annoyance bisher kaum untersucht wurde (Berglund & Lindvall, 1995, S.103). In der Erforschung des Zusammenhangs zwischen Belästi-

¹ So wurde für die interindividuelle Annoyance nur ein Varianzanteil von 10-25 % erklärt (Evans, 1984; Griefahn, 1999), für die intraindividuelle Belästigung sollen Zusammenhänge bis $r=0.90$ bestehen (Griefahn, 1999).

² Vgl. Griefahn (1976), zit. n. Linnemeier (1995, S.26); Lang (1983); Ollerhead et al. (1992).

³ Vgl. Glass und Singer (1972a) oder Cederlöf, Jonsson und Sörensen (1967): „The actual and medically adequate import of such terms as „inconvenienced“ and „disturbed“ is still practically unknown.“

gung und seelischer Gesundheit liegen widersprüchliche Ergebnisse vor, zum Beispiel über die Beziehung zwischen Einweisungen in psychiatrische Kliniken und dem Ausmaß an Belästigung von Flughafenwohnern, die in epidemiologischen Studien ermittelt wurde (z.B. Morrell, Tayler & Lyle, 1997). Ein schwacher Zusammenhang zwischen dem Verbrauch von Psychopharmaka und ‚Belästigung‘ wurde in einer Studie von Reijneveld (1994) nachgewiesen.¹ Als psychische Folgen von Annoyance eruierte Abel (1990, zit. n. Groll-Knapp & Stidl, 1999, S.30) eine erhöhte Unzufriedenheit im Beruf, Irritierbarkeit und Angst.

2.2.4 Kritik an der Belästigungsmessung in der Lärmwirkungsforschung

Ein (eventuell vermeintlicher) Vorteil des Annoyance-Ansatzes in der Lärmwirkungsforschung ist eine praktische und schnelle Erhebung einer „quasi-psychologischen“ Messgröße auch ohne umfassende Kenntnisse von psychologischen Theorien und Konzepten.² Für das „Erstellen von Grenzwerten als Aufgabe der Lärmwirkungsforschung“ (Paulsen, Ritterstaedt & Kastka, 1992) wird der Prozentanteil von „hoch belästigten Personen“ ermittelt, um den politischen Entscheidungsträgern somit greifbare Größen an die Hand zu geben. In diesem Zusammenhang soll jedoch auf die methodischen Mängel dieser willkürlichen Setzung, die eher von „gesellschaftspolitischen“ Interessen als von wissenschaftlicher Erkenntnis geprägt ist, hingewiesen werden.

Ein weiterer wesentlicher Kritikpunkt an der Erfassung von Belästigung ist die direkte Frage nach der Gestörtheit durch Fluglärm. Dabei handelt es sich um ein in der sozialwissenschaftlichen Methodik erforschtes Phänomen (vgl. Hippler, 1999), bei dem erst durch die Art der Fragestellung ein Bewusstsein für eine bestimmte Problematik bei der befragten Person entsteht.³ Insofern ist es sinnvoll, psychi-

¹ Methodisch sollten die in epidemiologischen Studien vorgefundenen Zusammenhänge in einer Ex-post-facto-Versuchsanordnung reanalysiert werden (Sarris, 1992b).

² Staples (1997) spricht in diesem Zusammenhang von einer „Übervereinfachung“ und einer eingeschränkten Sichtweise auf psychische Effekte.

³ In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass bei einer allgemeinen Frage nach der Belästigung durch Umweltbedingungen, die Annoyance durch Fluglärm wesentlich geringer ausfiel als bei der direkten Fragestellung nach der Belästigung durch Fluglärm (Cohen, Evans, Stokols & Kranz, 1987). Vgl. zu dieser Thematik auch Hippler (1999).

sche Reaktionen auf Fluglärm in einer Weise zu erheben, die eine Manipulation der Befragten durch die Fragestellung minimiert.

Abschließend ist zu hinterfragen, ob die Bedeutung, die der ‚Belästigungs‘-Messung als psychologischer Reaktion auf Fluglärm (und andere Umweltstressoren) zukommt, im Hinblick auf die geschilderten methodischen Mängel, vor allen Dingen aber hinsichtlich des völlig ungeklärten Bezugs zu längerfristigen Folgen für die Gesundheit beziehungsweise Krankheit¹, überhaupt angemessen ist. Selbst die Erkundung der „Dosis-Wirkungsbeziehung für das Gesamtgeräusch und damit verwertbare Bewertungsmaßstäbe für die Beurteilung der Gesamtbelästigung“ hält Dolde (2001, S.100) für bisher nicht umgesetzt. Bezüglich einer eventuellen Überschätzung der ‚Belästigung‘ in der Lärmwirkungsforschung kann darüber hinaus ein Einwand von Glass und Singer (1972a) angebracht werden, dass auch ohne ‚Annoyance‘ Stressoren gesundheitsgefährdend sein können.

Aus den dargestellten Kritikpunkten resultiert für die vorliegende Arbeit der Versuch einer Neubewertung der Rolle von ‚Belästigung‘ im Rahmen von kognitiven psychologischen Stressmodellen sowie die Suche nach geeigneteren psychologischen Reaktionsparametern (s. S. 51 ff.).

2.3 Studien über psychische Lärmwirkungen

Die psychischen Hauptwirkungen von Fluglärm werden von Guski (2001) wie folgt zusammengefasst:

- Ablenkung der Aufmerksamkeit
- Störung der Kommunikation
- Störung von interessierenden Tätigkeiten
- Belästigung
- Zwang zu Gegenmaßnahmen

Als langfristige psychische Folgen benennt Guski (ebd.) die Minderung des Erholungswertes der Wohnumgebung, eine reduzierte Behaltensleistung und

¹ „...studies have failed to show that noise sensitivity or annoyance interacts with noise level to produce distress and somative complaints“ (Staples, 1996, S.146).

Kommunikationsstörungen von Schulkindern, sowie eine dauerhafte Belästigung. Bei den oben genannten Aspekten wird nicht auf die psychischen Auswirkungen von Nachtfluglärm eingegangen – insbesondere nicht auf die Folgen einer Beeinträchtigung des Nachtschlafes, die Griefahn (1998) – wie schon erwähnt – als „sekundäre Effekte“ bezeichnet. Dennoch finden sich vereinzelt Studien, die sich mit diesen psychischen ‚Nacheffekten‘ von Lärm beschäftigen, wobei eine systematische und standardisierte Messung von Konstrukten, wie zum Beispiel dem der ‚Befindlichkeit‘, fehlt. Darüber hinaus werden auch Studien, die Nacheffekte von Lärm auf die kognitive Leistungsfähigkeit – als weitere psychische „Sekundäreffekte“ von Lärm – untersucht haben, sowie Arbeiten über den Zusammenhang zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit und anderen psychischen Parametern, aufgeführt.

In Tabelle 1 werden Studien zur Erkundung von psychischen Nacheffekten von ‚Umweltlärm‘ im Hinblick auf die für die vorliegende Untersuchung relevanten Ergebnisse und zwecks Einordnung in den Stand der Forschung in chronologischer Reihenfolge aufgelistet. Dabei werden die schon unter Kapitel 2.1 aufgeführten Studien, die sich explizit mit den Wirkungen von nächtlichem Fluglärm – wie die vorliegende Studie auch – beschäftigen, nicht mehr erwähnt, ebenfalls auch nicht Studien, in denen ausschließlich Kinder untersucht wurden:

Autorinnen und Autoren	Psychologische Parameter	Ergebnisse
Baddeley, 1968 (Labor)	Einfluss von Lärm (weißes Rauschen) auf die kognitive Leistungsfähigkeit (grammatical reasoning test)	keine generellen Lärmefekte, erst bei Einbeziehung von Moderatoren (Persönlichkeitseigenschaften)
Glass und Singer, 1972b (Labor, N=200)	Folgen von Lärm auf die kognitive Leistungsfähigkeit Zusammenhang mit Befindlichkeit	Nacheffekte nur bei ‚subjektiver‘ Nichtkontrollierbarkeit und Unvorhersagbarkeit des Stressors Nacheffekte durch Ermüdung, beeinträchtigte Stimmung und Motivationsverlust erklärt

Autorinnen und Autoren	Psychologische Parameter	Ergebnisse
Fluglärmprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) – Kurzbericht von Rohrmann (1974)	Sozialwissenschaftliche Befragung (N=115) Zusammenhang zwischen Lärmmaßen und Störung von Kommunikation, Lebensbedingungen, Erholung, Gesundheit etc.	Korrelation von Fluglärm mit Ruhe und Entspannung ($r=0,39$), Kommunikation ($r=0,56$), Auffassung, dass Fluglärm die Gesundheit gefährdet ($r=0,34$) emotionale Labilität als Moderator
Le Vere, Morlock und Hart, 1975 ¹ (Labor)	Nacheffekte auf die kognitive Leistungsfähigkeit infolge von nächtlichem Lärm untersucht (Gedächtnis- und Reaktionsausgabe)	Verminderung der Gedächtnisleistung nach einer Nacht mit 24 x 80dB (A)
Ehrenstein, Müller-Limmroth und Pirke, 1981 (Labor, N=12, 22-27J.)	Wirkung von Straßenverkehrslärm auf den Schlaf Müdigkeit	Tiefschlaf und REM-Schlaf verringert Müdigkeit am Tag erhöht
Saletu und Grunberger, 1981 (Labor, N=10)	Schlafstörungen durch Verkehrslärm, Wirkung verschiedener Schlafmittel u.a. Stimmung	Stimmung ist verschlechtert
Öhrström und Rylander, 1982 (Labor, N= 6; 6 Untersuchungs Nächte)	Nacheffekte von kontinuierlichem und intermittierendem Verkehrslärm erfragt: Mood (pleasantness, activation, calmness, social orientation, control, extraversion) kognitive Leistungsfähigkeit	Verschlechterung von ‚mood‘ und Performance nur bei intermittierendem Lärm Maximalpegel wichtiger als äquivalenter Dauerschallpegel
Jones, 1983 (Feld)	Veränderung des Sozialverhaltens als Nacheffekt von Verkehrslärm untersucht	Hilfsbereitschaft und Frustrationstoleranz sinken, Aggression steigt an
Bonnet, 1985 (Labor, N=11)	Auswirkungen von Lärm auf den Schlaf untersucht Kognitive Leistungsfähigkeit Müdigkeit	Schwelle für Arousalreaktion (im EEG) bei 56 dB(A), Leistungsfähigkeit beeinträchtigt, Zunahme von Müdigkeit
Griefahn, 1986 (Labor) (zit. n. Linnemeier, 1995, S.82)	Befragung: u.a. Müdigkeit	größere Müdigkeit am Morgen nach Fluglärmnächten

¹ Zitiert nach Berglund und Lindvall (1995, S.65)

Autorinnen und Autoren	Psychologische Parameter	Ergebnisse
Eberhardt, 1987 (Labor: N = 9) Feld (N=16, Kinder und junge Erwachsene)	Wirkung von intermittierendem und kontinuierlichem Straßenverkehrslärm auf den Schlaf Müdigkeit Stimmung	Wachzeiten gegen Ende der Nacht erhöht Subjektive Schlafqualität verschlechtert Müdigkeit am Abend erhöht Stimmung verschlechtert Schlaf im Labor signifikant schlechter
Eberhardt und Öhrström, 1987 (Feld N=11, 23-29 Jahre)	Schlafstörungen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der nächtlichen Verkehrslärmstörung Stimmung: Wohlbefinden, Extraversion, Aktivierung, Ruhe	frühe Nacht: REM-Schlaf gestört, korreliert mit Müdigkeit Mittlere Nacht: Schlafstadienwechsel, korreliert mit Wachheit Späte Nacht: kein Effekt
Eberhardt, Stråle und Berlin, 1987 (Labor N=9, 20-26 Jahre)	Einfluss von kontinuierlichem und intermittierendem Straßenverkehrslärm auf den Schlaf Stimmungsparameter: Wachheit, Stress, Euphorie, Energie, Konzentration, Irritation	kontinuierlicher Lärm stört eher REM-Schlaf, intermittierender eher SWS-Schlaf REM-Defizit steht in Zusammenhang mit subjektivem Schlaferleben und Stimmungsbeeinträchtigungen
Öhrström und Björkman, 1988 (Labor)	Untersuchung der Habituation von prim. und sek. Lärmreaktionen Stimmung Leistungsfähigkeit	Habituation nur für Aufwachreaktionen, jedoch nicht für Nacheffekte wie erlebte Schlafqualität, Stimmung und kognitive Leistungsfähigkeit festgestellt
van Kamp (1990) N=2012 (stark fluglärmbe- lastet: N=39)	Befragung nach Flug- u. Verkehrslärmbelastung und Umgang damit: Stress, Coping, Annoyance	Lärmpegel als Prädiktor für Annoyance, Stress und Coping: (prim. und sek. Appraisal) redundant
Björkman et al., 1992 (Feld)	Gestörtheit durch Umweltlärm in verschiedenen Lebensbereichen	Interferenz von Fluglärm mit Ruhe und Erholung
Pichot, 1992 (Feld)	Verhaltensänderungen in Bezug auf die tägliche Fluglärmbelastung erfragt	lineare Beziehung zwischen Lärmin-tensität und Verhalten (z.B. Fensterschließen, Gehörschutz)
Berglund und Lindvall, 1995 (Feld)	Sekundäre Effekte von Fluglärm erfragt (Kommunikation, Befindlichkeit, Leistungsfähigkeit, Verhaltensänderungen)	Kommunikation beeinträchtigt Müdigkeit, schlechte Stimmung und Leistungseinbußen genannt Schlafmittel, Ohrstöpsel, geschlossenes Fenster als Hilfsmittel genannt

Autorinnen und Autoren	Psychologische Parameter	Ergebnisse
Oliva, 1998 (Feld, N = 2100 Befragungen)	Befragung nach der Gestörtheit durch Fluglärm in verschiedenen Lebensbereichen Fragen zum Wohlbefinden	starke Störung bei Beeinträchtigung von Ruhe und Erholung Geringe Korrelation mit Fluglärmmaßen- explorativ Befindlichkeit als eigenständige Dimension faktorenanalytisch nachgewiesen Zusammenhang zwischen Gesundheit/Wohlbefinden und Lärmbelastung nicht belegt
Studiengemeinschaft Schienenverkehr, 1998 (Feld, 1690 Erst- und 479 Zweitinterviews, physiolog. Daten: N=377)	Kurzfragebogen, u.a. zu erlebter Belastung und Befinden infolge von Fluglärm Erlebte Schlafstörungen Aktimetrie	lineare Beziehung zwischen Lärmbelastung und Aktometerdaten sowie erlebten Schlafstörungen „objektive“ Schlafstörungen wurden unterschätzt (da vollständiges Erwachen für Einschätzung der erlebten Schlafstörungen nötig ist)

Tabelle 1: Studien über Nacheffekte von ‚Umweltlärm‘ auf psychische Parameter

Bewertung der Untersuchungen: Bei den meisten Studien – mit Ausnahme der Untersuchungen zur Erfassung der kognitiven Leistungsfähigkeit, der DFG-Studie (1973; Kurzbericht: Rohrmann, 1974) sowie der Studie von Oliva (1998) – wurden die psychologischen ‚Nacheffekte‘ von Lärm ohne eine explizite Einbettung in psychologische Theorien und – wie es den Eindruck hat, eher nebensächlich und ohne Einbeziehung von psychologischem Fachwissen – mit erhoben. Aufgrund der mangelnden Konzeptionalisierung und Operationalisierung¹ sowie einer Fragebogenerhebung, die psychometrischen Kriterien nicht entspricht, können die Ergebnisse bestenfalls als explorativ angesehen werden.² Etliche Studien weisen auch nur eine geringe Fallzahl und Variationsbreite im Alter der Versuchspersonen auf. Der Schluss auf die Allgemeinheit – wie er in diesen Studien bei der Interpretation der Ergebnisse häufig gemacht wird – ist deshalb nicht zulässig.

¹ So fällt beispielsweise bei Öhrström und Rylander (1984) sowie Eberhardt et al. (1987) auf, dass unter ‚Stimmungsparametern‘ Begriffe wie Wachheit, Stress, Euphorie, Irritation, Soziale Orientierung, Kontrolle, Energie, Extraversion, Aktivierung, Wohlbefinden und Ruhe subsumiert werden (jeweils durch ein Item erfasst). Bei diesem ‚Sammelsurium‘ von Begrifflichkeiten drängt sich der Eindruck auf, dass eingehendes psychologisches Wissen bei den Autoren und Autorinnen der Studien fehlen.

² Die Studiengemeinschaft Schienenverkehr (1998) spricht zwar davon, dass sie eine standardisierte Befragung durchgeführt hat, erwähnt jedoch im nächsten Absatz, „dass der eigentlichen Hauptstudie kein Pretest des entwickelten Fragebogens vorgeschaltet werden konnte“ (S.10).

Intervenierende psychologische Variablen wurden nicht berücksichtigt (vgl. Staples, 1998).

Dennoch können einige Resultate für die Formulierung der Forschungshypothesen der vorliegenden Studie herangezogen werden (s. Kap. 6.2). Dazu zählen die Aussagen über den Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Müdigkeit und Stimmung. Aufgrund der marginalen Forschungslage in der systematischen Untersuchung der Wirkung von Verkehrslärm auf Beanspruchung und Erholung lassen sich immerhin aus den Aussagen von Rohrmann (1974) und Oliva (1998), dass Entspannung, Erholung und Ruhe durch Fluglärm beeinträchtigt werden, Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Fluglärm und Erholungsprozessen finden. Darüber hinaus sind Belege für eine moderierende Funktion von Personenmerkmalen von Bedeutung für die vorliegende Arbeit.

2.4 Auswirkungen von Schlafstörungen auf psychische Stressindikatoren

Neben dem primären Stressor ‚Nachtfluglärm‘ kann die durch ihn verursachte Störung des Schlafes als sekundärer Stressor aufgefasst werden, dessen Wirkung auf psychische Stressindikatoren nachweisbar ist. Insofern werden in der nachfolgenden Tabelle einige ausgewählte Studien¹ aufgeführt, die sich zur Hypothesengenerierung über den Zusammenhang zwischen den oben genannten Parametern heranziehen lassen:

¹ Es wurden nur Studien ausgewählt, die sich mit der Auswirkung von Schlafdeprivation beziehungsweise von gestörtem Schlaf von gesunden Menschen beschäftigen.

Autorinnen und Autoren	Psychologische Parameter	Ergebnisse
Dinges, Pack, Williams & Gillen, 1997 (Labor, N=16)	Effekte von kumulierter Schlafdeprivation auf die kognitive Leistungsfähigkeit und die Stimmung	Anstieg von Fehlern Stimmung ist gestört
Martin, Wrait, Deary und Douglas, 1997 (Labor, N=12, 2 Nächte)	Einfluss von 'nonvisible sleep fragmentation' (Erhöhung der Herzrate, ohne Arousalreaktion im EEG) Stimmung Müdigkeit	Stimmung beeinträchtigt, Müdigkeit erhöht
Jewett, Dijk, Kronauer und Dinges, 1999	Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen Müdigkeit (Stanford Sleepiness Scale) und psychomotorischer Vigilanz erkundet	lineare Beziehung zwischen Müdigkeit und psychomotorischer Vigilanz
Wesensten, Balkin und Belenky, 1999	Auswirkung von Beeinträchtigung des Schlafes auf die kognitive Leistungsfähigkeit	Leistung wird auch bei Veränderung der Schlafarchitektur ohne Reduktion der Schlafdauer beeinträchtigt
Dorrian, Lamond und Dawson, 2000 (Labor)	Zusammenhang zwischen Müdigkeit und kognitiver Leistungsfähigkeit	Leistungsfähigkeit ist durch Müdigkeit signifikant beeinträchtigt (mittlere Korrelation)

Tabelle 2: Ausgewählte Studien zur Erkundung des Zusammenhangs zwischen einer Beeinträchtigung des Nachtschlafes und psychologischen Parametern

Auf eine Bewertung dieser Studien wird an dieser Stelle verzichtet, da sich andere Veröffentlichungen im Rahmen der STRAIN-Studien explizit mit den Auswirkungen von Schlafstörungen beschäftigen.

2.5 Überblick über Studien zur ‚Nachtlärmwirkung‘ auf ausgewählte physiologische Reaktionsparameter

Die in verschiedenen Studien untersuchten physiologischen Reaktionen auf Lärmwirkungen während des Schlafes werden nach Berglund und Lindvall (1995) folgendermaßen zusammengefasst:

- Schlafstörungen
- Endokrinologische Veränderungen
- Blutdruckerhöhung
- Erhöhung der Herzfrequenz

- Erhöhung der Fingerpulsamplitude
- Veränderung der Atmung
- Veränderung der Herzrhythmik
- Zunahme der Körperbewegungen

Eine Adaptation oder Habituation dieser „primären Reaktionen“ (Griefahn, 1998) auf Lärm in der Nacht wird in der Lärmwirkungsforschung kontrovers diskutiert und konnte in den meisten Studien nicht belegt werden: “Typically no habituation of physiological reactions has been firmly demonstrated, at least not for fluctuation noise” (Berglund & Lindvall, 1995, S. 68).

In diesem Kapitel werden einige – für die vorliegende Studie – relevante Arbeiten zu den Auswirkungen von Lärm auf physiologische Parameter dargestellt. Wegen der Komplexität der Forschungslage erfolgt jedoch eine Beschränkung¹ auf Untersuchungen über die Auswirkungen von Lärm auf quantitative und eingeschätzte Schlafparameter sowie auf den Hormonstatus. Letzterer wird ebenso wie die in dieser Studie zentral untersuchten psychologischen Reaktionen als Nacheffekt von Fluglärm gemessen.

2.5.1 Ausgewählte Studien zur Erkundung der Wirkung von nächtlichem Verkehrslärm auf den Schlaf

Schlafstörungen gelten als die wichtigste Folge von Lärm in der Nacht und werden von den Betroffenen auch als besonders belästigend erlebt (vgl. Guski, 2001). Dabei wird davon ausgegangen, dass dauerhaft gestörter Schlaf (als Schlafstörung gilt eine Schlafzeit von weniger als 6,5 Stunden unter der Annahme von einer durchschnittlichen Schlafdauer von 8 Stunden) sich negativ auf die Gesundheit auswirkt (Neumann, 1997). Griefahn (1985) empfiehlt die Erhebung der objektiven Schlafparameter ‚Gesamtschlafzeit‘ sowie ‚Anzahl und Dauer der Schlafstadien‘ (einschließlich der Wachphasen) als wichtigste Parameter von Schlafstörungen infolge von Lärm.

¹ Die aufgeführten physiologische Stressreaktionen auf Nachtfluglärm werden im Rahmen des STRAIN -Projektes an anderer Stelle untersucht und veröffentlicht.

Da sich die vorliegende Arbeit nur peripher mit den durch Lärm hervorgerufenen Schlafstörungen befasst, wird für die nachfolgende tabellarische Auflistung kein Anspruch auf Vollständigkeit der Studien, die sich mit der Auswirkung von Verkehrslärm auf quantitative und subjektive Schlafparameter beschäftigt haben, erhoben.¹ Arbeiten über den Zusammenhang zwischen lärmbedingten Schlafstörungen und psychischen Effekten wurden bereits in Tabelle 2 dargestellt. In Tabelle 3 werden vor allem solche Studien aufgelistet, die Erkenntnisse hinsichtlich der Beziehung von Schlafstörungen mit bestimmten Lärmparametern liefern. Auf eine Bewertung der erwähnten Studien, die in anderen Veröffentlichungen im Rahmen des STRAIN -Projektes behandelt werden, wird an dieser Stelle ebenfalls verzichtet.

Autorinnen und Autoren	Schlafparameter	Ergebnisse
Kryter, 1970b	Einfluss von Schlafstörungen infolge von Lärm	keine psychischen und körperlichen Beeinträchtigungen (kurzfristige Regeneration wird vermutet)
Griefahn (1977) – Sekundäranalyse	Untersuchung der Gewöhnung an Schallreize	schnelle Adaptation von 0-Reaktionen (keine Schlafstadienwechsel)
Griefahn und Jansen (1978) – Sekundäranalyse	Schlafstörungen infolge von Straßenverkehrslärm	lineare Zunahme der Auswirkung der Häufigkeit der Lärmereignisse auf verschiedene Schlafparameter (z.B. Schlafstadienwechsel); größte Korrelation mit Maximalpegel; Habituation über Versuchsnächte und mit steigender Anzahl von Flugereignissen
Griefahn und Gros, 1985 (Feld, N=20, 25-63 J.)	Untersuchung der Adaptation an Straßenverkehrslärm ,Objektive' und ,subjektive' Schlafparameter	Keine vollständige Adaptation nach mind. 1 Jahr; Tiefschlaf latenz erhöht und Anzahl der Schlafzyklen und subjektive Schlafqualität vermindert
Griefahn, 1986 (Labor: N=36, 21-30J)*	Wirkung von nächtlichem Straßenverkehrslärm auf verschiedene Schlafparameter	REM-Schlaf verringert, subjektive Schlafqualität korrelierte negativ mit Schallbelastung
Eberhardt und Akselsson, 1987 (Feld, N=7, 21-27 Jahre)	Schlafstörungen infolge von Straßenverkehrslärm	Keine komplette Habituation (auch nach 1 Jahr), Arousal ist im Labor höher,

¹ Linnemeier (1995) gibt in ihrer Dissertation einen Überblick über Veröffentlichungen (Zeitraum 1984 und 1993) zur Auswirkung von Lärm auf den Schlaf und eine kritische Bewertung der Studien.

Autorinnen und Autoren	Schlafparameter	Ergebnisse
		lineare Korrelation mit Fluglärmmaßen: Maximalpegel und Anzahl besser geeignet als der Dauerschallpegel
Griefahn, 1990	Schlafstadienwechsel infolge von nächtlichem Straßenverkehrslärm	Verminderung des Tiefschlafes
Saletu und Grünberger, 1989 (Labor, N=20, 18-36 Jahre)*	Einfluss von nächtlichem Straßenverkehrslärm auf Schlafparameter	Zunahme an Wachphasen und leichtem Schlaf, Abnahme von Tief- und REM-Schlaf und der subjektiven Schlafqualität
Öhrström und Rylander, 1990/1991 (Labor)	Einschlaflatenz bei Straßenverkehrslärm	Wichtiger Indikator, Beeinträchtigungen ab Maximalpegel von 50-60 dB(A) Anzahl erscheint wichtiger als Maximalpegel
Ollerhead et al., 1992 (Feld, N=200, Flughafen-anwohner)	Befragungen; Aktimetrie (N=50); EEG (N=6; 4 Tage)	Schlafstörungen ab 85-90 dB (A) außen, eingeschätzte Schlafstörungen nur zu 4% auf Fluglärm zurückgeführt; eventuelle Schallschutzfenster wurden nicht vermerkt
Carter, Ingham, Tran und Hunyor, 1994 (Labor, N=9)	Arousal infolge von eingespieltem Straßenverkehrslärm	Wahrscheinlichkeit ist in allen Schlafstadien gleich
Berglund und Lindvall, 1995	Beeinträchtigungen des Schlafes durch Lärm	Schlafstörungen ab Dauerschallpegel von 30-35 dB (A) und Maximalpegel ab 45 dB (A) – Maximalpegel am wichtigsten Auch Anzahl von Bedeutung
Kawada, 1995 – Sekundäranalyse	REM-Schlaf Vergleich von ‚subjektiven‘ und ‚objektiven‘ Schlafmaßen	Störung ab 40 dB(A) Abnahme des REM-Schlafes in Abhängigkeit von der Lärmbelastung u.U. sind ‚subjektive‘ Schlafmaße bessere Indikatoren für Lärmbelastung
Müller, Paterok, Hoffmann und Becker-Carus, 1997 (Labor, N=45, Kontrollgruppe)	Auswirkung von Schlafdeprivation (schrittweise von 7,5 auf 6 Stunden auf kognitive Leistungsfähigkeit, Befindlichkeit (Zerssen, 1976) und Müdigkeit	Tagesmüdigkeit nahm zu, Verschlechterung des Reaktionsvermögens und Tagesbefindlichkeit (signifikant), deutlicher Jahreszeiteneffekt
Oliva, 1998	Effekt von Straßenverkehrslärm auf Ein- und Durchschlafstörungen	4% der Varianz erklärt

Tabelle 3: Studien über die Nacheffekte von ‚Nachtlärm‘ auf Schlafparameter

2.5.2 Ausgewählte Studien zur Erkundung der Wirkung von ‚Nachtlärm‘ auf den Hormonstatus

Die Ausschüttung von Cortisol, Adrenalin und Noradrenalin in der generalisierten Stressreaktion spielt in biologischen Stressmodellen eine besondere Rolle (s. Kap. 5). Dieser theoretische Hintergrund – der in der physiologischen Lärmwirkungsforschung jedoch selten explizit benannt wird – führte zu etlichen Untersuchungen, welche die Auswirkungen von ‚Umweltlärm‘ auf das endokrinologische System erkundet haben. In Tabelle 4 werden einige für die vorliegende Untersuchung relevante Studien (nach Erscheinungsjahr) aufgelistet:

Autorinnen und Autoren	Versuchsbedingungen	Ergebnisse
Cantrell, 1974 (Langzeitstudie im Labor)	Intermittierender Lärm von LAS _{max} = 80-90 dB(A) über 24h an 30 Tagen hintereinander eingespielt	Signifikanter Anstieg von Cortisol und Cholesterol im Blut
Cosa und Cosa, 1989 (Feld)	Hormonstatus in Abhängigkeit von nächtlichem Verkehrslärm und seine Beziehung zu psychischen Störungen untersucht	Neuroendokrinologische und psychologische Effekte (Angst, Depression) stehen in enger Beziehung zur Lärmintensität
Maschke, 1992 (Labor) ¹	5 Fluglärmnächte: verschiedene Lärmbedingungen hinsichtlich Maximalpegel und Häufigkeit	Erhöhte Adrenalinausscheidung (um 60%) in den Lärmnächten
Carter et al., 1994 (Labor, N=9)	Vergleich von Ruhe- und Lärmnächten (Straßenverkehrslärm)	Kein Unterschied in der Catecholaminausscheidung
Maschke et al., 1995 (Feld, 24 Flughafenanwohner)	13 Nächte, davon wurde in 5 Nächten zusätzlich Fluglärm eingespielt	Erhöhte Adrenalinausscheidung (um 17%) und verzögerte Cortisolausscheidung (19%) in den Lärmnächten
Harder et al., 1999(Feld, N = 16 Flughafenanwohner, 40 Nächte)	Zusätzlich eingespielter Fluglärm (32 x 65 dB)	Kein Anstieg des mittleren Cortisolspiegels, Effekte erst bei Bildung von Extremgruppen
Kastka et al. (1999)		Kein Cortisolanstieg
Institut für Wasser, Boden und Lufthygiene und Institut für Umweltanalytik und Humantoxikologie:(Feld, 200 Frauen, 30-45J.) Zit. n. Babisch (2000)	Nächtliche Catecholamin-Ausscheidung im Urin in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Verkehrsaufkommen	Noradrenalin-Ausscheidung bei stärker verkehrslärmbelasteten Frauen erhöht (nur mit Lärmbelastung des Schlafzimmers signifikant: Bedeutung nächtlicher Schlafstörungen) Korrelation mit Belästigung nur bei geschlossenem Fenster

¹ Die Studien von Maschke et al. werden in Kap. 2.1 ausführlich dargestellt und diskutiert.

Tabelle 4: Studien über die Erforschung des Zusammenhangs zwischen ‚Verkehrslärmbelastung nachts‘ und endokrinologischen Parametern

Die Ergebnisse dieser Studien können als sehr widersprüchlich betrachtet werden (vgl. Jansen, 2000). Auf eine methodische Kritik wird an dieser Stelle verzichtet, da diese in anderen Veröffentlichungen der STRAIN -Studien noch ausführlich dargestellt werden. Die Studien, die sich explizit mit den Effekten von nächtlichem Fluglärm beschäftigen, wurden bereits im Kapitel 2.1 ausführlich beschrieben und kritisiert.

2.6 Untersuchungen über die Beziehung zwischen Verkehrslärm und seelischer Gesundheit

Der Zusammenhang zwischen chronischer Verkehrslärmbelastung (auch aufgrund von Flugverkehr) und Auswirkungen auf die körperliche und seelische Gesundheit wurde vor allem in vielfältigen epidemiologischen Studien untersucht.

Studien über die Auswirkungen von ‚Umwelt-Lärm‘ auf die seelische Gesundheit haben sich mit der Erforschung von folgenden Symptomatiken bisher beschäftigt (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999):

- Angst
- Emotionaler Stress
- Nervöse Beschwerden
- Psychosomatische Symptome (Übelkeit, Kopfschmerzen)
- Stimmungsänderungen
- Zunahme von sozialen Konflikten
- Wohlbefinden
- Konsum von Tranquilizern und Schlafmitteln
- Einweisungen in psychiatrische Kliniken

Dabei wurden vorwiegend unstandardisierte Befragungen durchgeführt.

An dieser Stelle wird jedoch noch auf das sogenannte „Jansen-Kriterium“ (Jansen, Linnemeier & Nitzsche, 1995) – auf das sich die Fluglärmwirkungsforschung häufig bezieht – eingegangen: Dieses Kriterium setzte einen nächtlichen Fluglärm von 6 x 75 dB(A) (außen) als Grenzwert für eine gesundheitlich schädigende Wirkung fest¹ und wurde einmal durch eine empirisch ermittelte Weckschwelle bei einem Maximalpegel (innen) von 60 dB(A) und zum anderen durch eine Vasokonstriktion

¹ Für die Tagesbelastung an Fluglärm hat Jansen ein Kriterium von 19 x 99 dB(A) festgesetzt. Diese Grenzwertbestimmung, ab wann Fluglärm gesundheitsschädigend sein soll, ist wissenschaftlich umstritten (vgl. Ortscheid & Wende, 2000).

der peripheren Gefäße (als „Defensivreaktion“ bezeichnet und über die Fingerpulsamplitude gemessen) definiert (Jansen, 1987). Die Auswahl dieser Parameter wird damit begründet, dass die Fingerpulsamplitude nicht habituere und somit eine „Gefahr für die Gesundheit auch bei psychischer Lärmgewöhnung“ bestehe (Jansen, 1970). Eine hohe interindividuelle Varianz von physiologischen Reaktionen auf Nachtfluglärm, die unter anderem auch auf psychologische Moderatorvariablen zurückzuführen ist, wird nicht berücksichtigt. Darüber hinaus können bei wissenschaftlich erkundeten Zusammenhängen in den wenigsten Fällen Schwellenwerte festgestellt werden. Generell ist es daher vom wissenschaftlichen Standpunkt her fraglich¹, Kriterien aufzustellen, die immer eine Setzung darstellen und der Komplexität des Untersuchungsgegenstandes nicht gerecht werden.²

In Tabelle 5 wird ein Überblick über Studien (nach Erscheinungsjahr geordnet), die sich mit den Folgen von Lärm beziehungsweise den Folgen der durch Lärm verursachten Schlafstörungen für die körperliche und seelische Gesundheit beschäftigen, gegeben:

Autorinnen und Autoren	Indikatoren für psychische oder physische Erkrankungen	Ergebnisse
Tarnopolsky, Watkins & Hand, 1980	Zusammenhang zwischen Lärm und psychischen Krankheits-symptomen	Korrelation nur, wenn Lärm explizit erwähnt wird (Suggestibilität) – Bedeutung von Annoyance für Symptome, ansonsten kein Hinweis auf erhöhte psychische Erkrankungen
Jerkin, 1981	Epidemiologische Untersuchung der Anzahl der Psychiatrieeinweisungen in der Umgebung des Londoner Flughafens	Zusammenhang zwischen Fluglärm-belastung und Psychiatrieeinweisungen bestätigt
Kryter, 1990 –	Epidemiologische Untersuchung der Anzahl der Psychiatrieein-	Im Gegensatz zu Jerkins findet Kry-

¹ In einer Reanalyse der Daten, aus denen Jansen (1967) die Festlegung des „Übersteuerungskriterium“ von 19x99 dB(A) für die Lärmbelastung am Tag ableitete, wiesen Maschke, Hecht, Wolf und Feldmann (2001) auch auf Fehler in der Berechnung dieses Kriteriums – das zu hoch angesetzt wurde – hin.

² Die Verantwortung über eine Entscheidung, welches Ausmaß der nächtliche Fluglärm haben darf, sollte der Politik nach eingehender Information über die wissenschaftlichen Erkenntnisse überlassen werden. An anderer Stelle sagt Jansen (1987, S. 156) selbst, dass „die Festlegung von Zumutbarkeitswerten keine Frage ist, die wissenschaftlich zu entscheiden ist; sie kann nur im Rahmen einer Interessen- und Güterabwägung vorgenommen werden, wobei die wissenschaftlichen Ergebnisse über Lärmwirkungen eine sicherlich stark beeinflussende Rolle spielen.“

Autorinnen und Autoren	Indikatoren für psychische oder physische Erkrankungen	Ergebnisse
Reanalyse einer Befragung von Jerkins (1981)	der Anzahl der Psychatrieeinweisungen in der Umgebung des Londoner Flughafens	ter einen Zusammenhang zwischen Fluglärmbelastung und Psychatrieeinweisungen
van Kamp, 1990 (N=20)	Epidemiologische Untersuchung: Befragung nach Verkehrslärmbelastungen	Zusammenhang zwischen eingeschätzten Gesundheitsbeschwerden und Lärm nicht belegt
Pichot, 1992	Epidemiologische Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und verschiedenen Erkrankungen	Hinweise auf Zusammenhang mit Bluthochdruck, kardiovaskulären Erkrankungen, psychosomatischen und psychischen Erkrankungen
Stansfeld, 1992 (N=77, Frauen im Alter von 18-50 Jahren)	Postalische Befragung: Gesundheitsstatus Annoyance durch Flug- und Straßenverkehrslärm Kognitive Leistungsfähigkeit	Beziehung zwischen Lärm und psychischen Erkrankungen nur in Untergruppen gefunden ,Noise Sensitivity' (als stabiles Merkmal von negativer Affektivität) steht in Beziehung mit psychischen/psychiatrischen Erkrankungen Korrelation von Noise Sensitivity mit ,Neurotizismus'
De Jong, 1993	Physiologische Effekte durch Lärm ab 30dB(A) Negative Auswirkung von Schlafstörungen vermutet	Beziehung zu Gesundheit unklar Dosis-Wirkungs-Beziehungen für Aufwachreaktionen und Belästigung ermittelt
Meecham und Shaw, 1993	Epidemiologische Untersuchung von Anwohner des Flughafens von Los Angeles (N=200.000)	Zusammenhang mit Herzinfarkt, Suizidrate (Kontrollgruppe, sozioökonomisch Faktoren kontrolliert)
Reijneveld, 1994	Befragung von Anwohner des Amsterdamer Flughafens (N=5092) vor und nach einem Flugzeugabsturz: Belästigung Psychatrieeinweisungen	Belästigung erhöht Einweisungen in Psychiatrie nicht erhöht
Diamond et al., 2000 (Feld, N=2200) Sekundäranalyse der Bristol Studie von (Porter et al., 1999)	700 postalische Befragungen, 1500 strukturierte Interviews: Belästigung durch Nachtfluglärm Gesundheitliche Beeinträchtigungen Negative Affektivität (Neurotizismus)	Nur in besonders lauten Gebieten wurden Hinweise auf Zusammenhang zwischen Gesundheitsbeeinträchtigungen und Fluglärm gefunden Hinweis auf Einfluss von Neurotizismus und Annoyance auf Gesundheitszustand Dosis-Wirkungsbeziehungen wurden nicht untersucht

Tabelle 5: Studien über Erforschung von Lärmwirkungen auf Gesundheit / Krankheit (chronologisch geordnet).

Kritische Bewertung der Studien: Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind sehr widersprüchlich und ein monokausaler Zusammenhang zwischen Fluglärm und Gesundheitsschäden konnte bisher nicht belegt werden (vgl. Lercher, 1996; Griefahn, 1998). Dazu trägt insbesondere die methodische Problematik von epidemiologischen Studien bei¹, insofern als die erhaltenen Korrelationen nur unter sorgfältiger Einbeziehung von Moderatorvariablen, durch den Vergleich mit Kontrollpopulationen sowie durch Vorher-/Nachhererhebungen kausal interpretiert werden können (vgl. Sarris, 1992b). Die meisten epidemiologischen Untersuchungen in der Fluglärmwirkungsforschung weisen diesen methodischen Standard aber nicht auf. Auch psychologische Moderatoren und Mediatoren wurden meistens nicht einbezogen (vgl. Staples, 1996). Eine weitere methodische Schwäche der meisten epidemiologischen Studien und Felduntersuchungen ist außerdem, dass die aktuelle Lärmbelastung nicht durch die Messung von akustischen Parametern vor Ort abgesichert wurde, so dass keine Aussagen über Dosis-Wirkungs-Beziehungen gemacht werden können.

Für den insgesamt wenig belegten Zusammenhang zwischen Verkehrslärmbelastung und Gesundheit beziehungsweise Krankheit finden sich für die Entstehung einer Hypertonie in der Forschung noch die meisten Belege (vgl. Griefahn, 1998), deren Evidenz jedoch als schwach bezeichnet wird (Jansen, 2000). Oftmals finden sich Hinweise auf ein durch Lärm erhöhtes Herzinfarkts-Risiko. In Deutschland sollen zum Beispiel 3% aller Herzinfarkte auf eine erhöhte Verkehrslärmbelastung zurückgehen (vgl. Babisch, 2000) beziehungsweise eine Straßenverkehrslärmbe-

¹ Vgl. auch Staples (1996, S.144): "...research findings regarding non-auditory health effects have been considered inconclusive because many are the products of epidemiological and industrial studies that are methodologically weak and that are not designed to take into account psychological factors and effect modifiers ... the unfortunate exaggeration of some of the findings by the popular science press has resulted in an attitude of scepticism towards the field by the science community."

lastung über 70 dB(A) ein relatives Risiko von 1,3 darstellen (Ising, Babisch, Kruppa & Wiens, 1997).¹

Eine weitere Schwäche dieser Studien besteht darin, dass der Schluss von akuten physiologischen Reaktionen infolge von Lärm (z.B. erhöhter Catecholamin-Ausscheidung, beschleunigter Herzschlagfrequenz, Blutdruckanstieg) auf die Genese von Krankheiten problematisch ist. Einen Zusammenhang zwischen endokrinologischen Reaktionen und Gesundheit beziehungsweise Krankheit kann einmal über eine Unterdrückung des Immunsystems (Veränderung von 'natural kill cells' und T-Zellen) durch Cortisol und Catecholamine, aber auch in der Funktion von Catecholamin für cardiovaskuläre Prozesse vermutet werden. Dabei spielen vor allem Langzeiteffekte durch eine Veränderung der hormonellen Sekretion eine Rolle (vgl. Ader, Felten & Cohen, 1991; Berglund & Lindvall, 1995, S.74; Groll-Knapp & Stidl, 1999, S7), wobei in diesem Zusammenhang vermutlich psychische Faktoren vermittelnd in Erscheinung treten (Nivison & Endresen, 1993, Ursin, 1994; Babisch, 2000).

Als kritischer Einwand gegen die Nachweisbarkeit gesundheitsschädigender Lärmwirkung kann folgendes Zitat von Diamond et al. (2000) angeführt werden: "It is not possible, however, to infer causality; i.e. one cannot say whether noise-disturbed sleep leads to a decline in health or whether ill-health makes one more sensitive to noise disturbing sleep."

Erst durch die Tatsache, dass diese physiologischen Reaktionen auch bei Menschen, die subjektiv nicht mehr auf den Lärm reagieren, nicht adaptieren (Griefahn, 1998), kann vermutet werden, dass chronische Lärmwirkungen negative Folgen für die Gesundheit haben können. Erschwerend für einen Nachweis einer gesundheitsschädlichen Wirkung von Lärm kommt hinzu, dass Krankheiten

¹ Eine kritische Anmerkung von Babisch (2000, S.8) lautet folgendermaßen: „Die Risikovermittlung und –diskussion insgesamt bedarf – unabhängig vom Lärm – einer sehr viel rationaleren Herangehensweise, als das hierzulande häufig der Fall ist. Dies mag auch daran liegen, dass in den Gesundheitswissenschaften ("public health") im Vergleich zum angelsächsischen Kulturkreis ein gewisser Nachholbedarf besteht. Gesteuerte oder unkritisch hinterfragte Einzel- oder Gruppeninteressen und diffuse Umweltängste bestimmen mitunter die Meinungsbildung. ... Dem Bürger fehlen objektive Maßstäbe, anhand derer er auf der Grundlage von adäquaten Risikovergleichen seine Einstellungen, sein Handeln und seine Erwartungen an die Politik ausrichten und formulieren kann.“

fast immer multikausal durch exogene und endogene Faktoren bedingt sind (vgl. Jansen, 2000).

Für die Bedeutung von Lärm bei der Genese von psychischen Erkrankungen wird an dieser Stelle ein Zitat von Berglund, Lindvall und Schwela (1999, S.X) angeführt werden: "Environmental noise is not believed to cause mental illness directly, but it is assumed that it can accelerate and intensify the development of latent mental disorders."

3 Zielsetzungen der Studie

3.1 Einbindung der vorliegenden Studie in das Projekt ‚Leiser Flugverkehr‘

Im Mittelpunkt der vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) initiierten Projekts ‚Leiser Flugverkehr‘ steht die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Arbeitsgruppen (der Bereiche: Medizin, Aeroakustik, Flugmechanik, Flugführung, Lärmphysik, Atmosphärenphysik und Verkehrsforschung) zur Minderung von Fluglärm. Das Gesamtprojekt wird aus dem Budget des DLR finanziert sowie darüber hinaus über drei Jahre mit Mitteln aus der „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF)“ gefördert. Daraus ergibt sich eine von Drittmitteln unabhängige Forschungslage. Als Ziel des Gesamtprojektes, das von Herrn Dr. rer. nat. Ulrich Isermann koordiniert wird, ist die Entwicklung eines „Maßnahmenkatalogs zur Fluglärminderung“ (Isermann, 2000), der „die Lärmbelastung in der Umgebung von Verkehrsflughäfen – bezogen auf das derzeitige Luftverkehrsaufkommen – mittel- und langfristig ... halbieren [soll]“ (ebd.). Um dieses Ziel zu erreichen, wird von den ingenieurwissenschaftlichen Arbeitsgruppen zum Beispiel der Beitrag einzelner Triebwerkkomponenten zur Lautstärke eines Flugzeugs untersucht, um leisere Triebwerke durch technische Veränderungen zu konstruieren. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung von verbesserten Flugprognoseverfahren. Darüber hinaus werden in Simulations- und Flugexperimenten Bedingungen für lärmarme An- und Abflugverfahren ermittelt und „Lärminderungsmaßnahmen für Gesetzgeber und Flughafenbetreiber“ (ebd.) erstellt. Neben diesen technischen Forschungsvorhaben werden in einem Teilprojekt im Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin im DLR von der Arbeitsgruppe „Flugphysiologie“ unter Leitung von Herrn Dr. rer. nat. Alexander Samel die Auswirkungen von Nachtfluglärm auf den ‚normalgesunden‘ erwachsenen Menschen untersucht. Dieses Projekt trägt den Namen ‚Study on Human Specific Response to Aircraft Noise‘ (STRAIN) – und umfasst Labor- und Feldstudien. Hauptziel von STRAIN ist die „Definition eines wissenschaftlich abgesicherten Kriteriums zur Bewertung nächtlichen Fluglärms als Grundlage für Lärminderungsmaßnahmen und Gesetzgebung“ (ebd.). Auch dieses Teilprojekt wird interdisziplinär durchgeführt (Biochemie, Ingenieurwissenschaften, Medizin, Phy-

sik und Psychologie). In den STRAIN -Laborstudien werden folgende physiologische Reaktionsparameter auf den ‚Nachfluglärm‘ untersucht:

- Elektroenzephalogramm (EEG)
- Elektromyogramm (EMG)
- Elektrooculogramm (EOG)
- Elektrokardiogramm (EKG)
- Periphere Pulsamplitude
- Respiration
- Lage und Aktivität

Die erwähnten Parameter werden während der gesamten Versuchsnächte zeit-synchron erfasst und können so mit den eingespielten ‚Fluglärmereignissen‘ ereigniskorreliert ausgewertet werden. Die Daten aus EEG, EMG und EOG dienen der Schlafstadienanalyse zur Ermittlung von quantitativen Schlafparametern.

Als Nacheffekte werden neben den unter Kapitel 3.2. und im empirischen Teil ausführlich dargestellten psychischen Parametern – die Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind – folgende Reaktionsgrößen erfasst:

- ‚Subjektives‘ Schlaferleben
- Hormonstatus des nächtlichen Sammelurins (8h): Catecholamine, Cortisol, Elektrolyte
- Kognitive Leistungsfähigkeit (computergestützt)

Die Auswertung und Veröffentlichung der oben genannten Parameter wird – was ihre direkte Beziehung zum eingespielten ‚Fluglärm‘ betrifft – von anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Abteilung durchgeführt. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich – wie im nächsten Abschnitt genauer erläutert wird – mit den Auswirkungen von Nachfluglärm auf psychische Parameter und erforscht darüber hinaus einige Beziehungen zwischen psychischen und physischen Messgrößen.

Durch den enormen Umfang der STRAIN -Studien – in Bezug auf die Anzahl der Versuchspersonen und der Versuchsnächte – kann eine größere Variation der Variablen ‚Fluglärm‘ (bzgl. Maximalpegel und Häufigkeit und damit auch des

äquivalenten Dauerschallpegels) ermöglicht werden, als in den bisherigen Fluglärmstudien realisiert wurde.¹

Infolge der interdisziplinären Konzeption von STRAIN können auch Beziehungen zwischen physiologischen und psychologischen Stressindikatoren gründlich untersucht werden, was bei den meist einseitig ausgerichteten Studien² in der Fluglärmwirkungsforschung bisher selten geschah. Somit handelt es sich bei STRAIN auch um einen integrierenden Forschungsansatz im Rahmen der Fluglärmwirkungsforschung. Bei der Untersuchung von sogenannten objektiven und subjektiven Stressindikatoren und deren Beziehung soll es nicht um die Frage gehen, welche Daten valider sind, sondern darum, dass sich beide Datenquellen ergänzen und gemeinsam ein Bild über die direkten Wirkungen von ‚Nachtfluglärm‘ ergeben, welches auch das Erleben und Verhalten der betroffenen Personen mit einschließt.

Darüber hinaus werden in die Laborstudien von STRAIN Kontrollgruppen mit einbezogen und bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt, was in der Fluglärmwirkungsforschung ansonsten selten der Fall ist. Dadurch kann die interne Validität erhöht werden, um die erhaltenen Ergebnisse für die vorliegende Population verallgemeinern zu können. Um auch als Laborstudie die ökologische (= externe) Validität zu steigern, verbringen die Versuchspersonen nur den Abend und die Nacht im Labor und können tagsüber ihren alltäglichen Tätigkeiten nachgehen.

Die Ermittlung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen wird durch eine präzise und realitätsnahe Aufnahme und Einspielung von ‚Fluglärm‘ mit modernsten akustischen Equipment ermöglicht. Dabei hat STRAIN einen großer Vorteil gegenüber vielen anderen Studien, die diese Genauigkeit in der Fluglärmmessung häufig nicht realisierten.

¹ Leider können aufgrund der zeitlichen Begrenzung in die Erstellung dieser Dissertation nur die Daten von 3 der insgesamt bisher vorgesehenen 4 Laborstudien-Abschnitte mit je 32 Versuchspersonen eingehen, so dass die Variation nicht ganz so optimal ausfällt.

² In epidemiologisch oder sozialwissenschaftlich ausgerichteten Untersuchungen werden meist keine physiologischen Parameter, in den medizinischen oder naturwissenschaftlichen Studien keine psychologischen Messgrößen bestimmt, beziehungsweise nicht wissenschaftlich fundiert eingesetzt (vgl. Schick, 1997).

3.2 Zielsetzungen der vorliegenden psychologischen Untersuchung

Die vorliegende Arbeit erkundet die Auswirkungen von Nachtfluglärm auf psychologische Reaktionsparameter. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, werden die Daten dreier im Design identischer Laborstudien STRAIN I, II und III zusammengefasst. Im Forschungsüberblick (Kap. 2) wurde ersichtlich, dass in der psychologischen Fluglärmwirkungsforschung überwiegend Studien vorliegen, die sich mit der Erfassung von ‚Belästigung‘ durch Fluglärm beschäftigen, wobei es zudem kaum Untersuchungen über ‚Annoyance‘ infolge von Nachtfluglärm gibt. Aus dieser ausführlich diskutierten Problematik des ‚Belästigungs-Konzeptes‘ resultiert als zentrales Anliegen dieser Arbeit, die psychologische Fluglärmwirkungsforschung weiterzuführen, indem psychologische Konstrukte als Folgen von ‚Nachtfluglärm‘ operationalisiert werden, die dem Konstrukt der Belästigung in folgenden Punkten überlegen sind:

- Die Konstrukte sollen theoretisch begründet und ableitbar sein.
- Die Erhebungsinstrumente zur Erfassung dieser Konzepte sollen standardisiert sein und den testtheoretischen Gütekriterien entsprechen.
- Die psychologischen Konstrukte sollen anders als ‚Belästigung‘ nicht mit dem ‚Lärm‘-Begriff konfundiert sein (vgl. Kap. 2.1) und somit validere Reaktionsparameter für psychische Reaktionen liefern.
- Die Konzepte sollen anders als ‚Annoyance‘ in näherer Beziehung zu dem WHO-Konzept von Gesundheit als „körperliches, seelisches und soziales Wohlbefinden“ (WHO, 1948) in Beziehung stehen, um Hinweise auf eventuelle gesundheitliche Folgen von ‚Nachtfluglärm‘ machen zu können.
- Dadurch dass die psychologischen Konstrukte in einer allgemeinen Form erfasst und nicht auf den Fluglärm direkt bezogen sind, sollen die Erhebungsinstrumente ‚objektiver‘, das heißt weniger suggestibel sein als die Befragung nach der ‚Belästigung durch Fluglärm‘.

Die aufgeführten Vorteile gegenüber der Erfassung der ‚Belästigungsreaktion‘ können durch die Einführung der Konstrukte ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ in die psychologische Lärmwirkungsforschung erreicht werden. Diese Konstrukte spielen im Rahmen der Stress- und Belastungsforschung im Zusammenhang von neueren psychobiologisch-kognitiven Konzepten (z.B. Debus, Erdmann & Kallus, 1995) eine wichtige Rolle als Reaktionsparameter auf Belastungen (Stressoren). Zur Erfassung dieser Konstrukte liegen im Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) von Steyer, Schwenkmezger, Notz und Eid (1997) und dem Erholungs- und Belastungsfragebogen (EBF) von Kallus (1995) auch psychometrische Erhebungsinstrumente vor, die den oben formulierten Ansprüchen genügen.

Mit der Einbeziehung des Konstruktes ‚Befindlichkeit‘ knüpft die vorliegende Studie auch an eine Untersuchung von Oliva (1998) an, in der ‚Befindlichkeit‘ als wichtige Dimension der psychischen Wirkung von Fluglärm faktorenanalytisch – also explorativ – ermittelt wurde. In einigen Untersuchungen (s. Kap. 2.3) wurden die Versuchspersonen nach ihrer Befindlichkeit befragt, jedoch – mit Ausnahme der Arbeiten von Maschke et al., die erhebliche methodische Mängel aufweisen (s. Kap. 2.1) – nicht mit standardisierten und validierten Messinstrumenten erhoben. Zu den Konstrukten ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ im Zusammenhang mit Belastung durch Verkehrslärm (einschließlich Fluglärm) wurden trotz gründlichster Literaturrecherche keine Studien gefunden.¹ Für die vorliegende Arbeit kommt der Erfassung von ‚Erholung‘ eine besondere Bedeutung zu, da ‚Nachtfluglärm‘ zu einer Störung des Schlafes, einer wichtigen Ressource für die körperliche und seelische Erholung nach den Beanspruchungen des Tages, führen kann. Die Untersuchung der Auswirkung auf Erholungsdimensionen ist somit ein vorrangiges Anliegen dieser Studie.

Im Zusammenhang von Belastung durch Umweltlärm auf Gesundheit sowie Krankheit ergeben sich weitere Vorteile durch den Einsatz der erwähnten psychologischen Konzeptionen im Rahmen der vorliegenden Arbeit. Im Vergleich zu epidemiologischen Studien (s. Kap. 2.3), die beispielsweise Inzidenzraten von

¹ Allerdings wurde neben ‚Befindlichkeit‘ eine weitere Dimension aus der faktorenanalytischen Untersuchung von Oliva (1998) als ‚Belastung / Bewertung‘ von Fluglärm bezeichnet. Bei dieser Benennung kann man jedoch eine Konfundierung mit ‚Belästigung‘ vermuten.

psychiatrischen Symptomen bei Flughafenwohnern untersuchen, werden unmittelbare psychische Wirkungen untersucht. Dazu wird ein Zitat von Groll-Knapp und Stidl (1999, S.24) angeführt: „Es wird gefordert, auch weniger gravierende Beeinträchtigungen der psychischen Gesundheit Beachtung zu schenken, weil bisher nicht geklärt ist, ob diese Vorläufer schwerwiegender Erkrankungen sein können.“ (vgl. Lercher, 1996). Deshalb hat die vorliegende Arbeit auch das Anliegen, den Zusammenhang zwischen ‚Nachtfluglärm‘ und der psychischen und physischen Gesundheit tiefgreifender zu ergründen, indem direkte Folgen von Nachtfluglärm auf ‚less catastrophic‘ (Cohen, Evans, Stokols & Krantz, 1987) psychologische Parameter wie ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ in mehreren Dimensionen – unter kontrollierten Bedingungen – untersucht werden. Dadurch kann das Wirkungsgefüge zwischen ‚Nachtfluglärm‘ und psychologischen Dimensionen aufgezeigt werden. Diese unmittelbaren psychischen Effekte können als Bindeglieder im Zusammenhang zwischen dem Stressor ‚Nachtfluglärm‘ und seinen Auswirkungen auf Gesundheit beziehungsweise Krankheit betrachtet werden¹.

Die Bedeutung von Beanspruchung und Erholung für die Gesundheit kann durch ein Zitat von Wieland-Eckelmann & Baggen (1994) hervorgehoben werden, in dem „die psychophysische Gesundheit oder Beeinträchtigung des psychischen und körperlichen Wohlbefindens als Resultat der dynamischen Wechselbeziehung von Beanspruchungs- und Erholungsprozessen“ bezeichnet wird.

Der Forderung nach Berücksichtigung verschiedener Zeitdimensionen von Stressindikatoren wird in der vorliegenden Arbeit Rechnung getragen (vgl. Selye, 1948; Rudow, 1994), da durch die Messung von ‚Befindlichkeit‘ ein relativ kurzfristiger Zustand als Nacheffekt des Nachtfluglärms an mehreren Messzeitpunkten erfasst wird, jedoch die Dimensionen von ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ als Prozesse über einen ganzen Tag rückwirkend eingeschätzt werden. Darüber hinaus können bei einer Erhebung der psychischen Reaktionsvariablen über einen Zeitraum von mehreren Tagen nach der Laborbedingung eventuelle längerfristige Auswirkungen der Stressor-disposition erfasst werden.

¹ Nach Auffassung von Rudow (1994) wird der Zusammenhang zwischen Belastung/Beanspruchung und Gesundheit in der Theorienbildung zu wenig beachtet und „Stress“ oft mit Gesundheitsstörungen gleichgesetzt.

Die Frage nach Gewöhnung an gegenüber der Sensibilisierung durch ‚Nachtfluglärm‘ steht im engen Zusammenhang mit der gesundheitsschädlichen Wirkung von ‚Nachtfluglärm‘. Die Bedeutung der Konzepte ‚Adaptation‘, ‚Habituation‘ und ‚Sensibilisierung‘ werden in der Lärmwirkungsforschung kontrovers diskutiert. Dabei wird oft nicht zwischen den unterschiedlichen Vorgängen differenziert, was an dieser Stelle geschehen soll. Eine Adaptation ist eine physiologische Anpassungsreaktion, die nach Berglund et al. (1995) wie folgt definiert ist: „the sensory system becomes less sensitive to prolonged situation“. Eine Adaptation soll nur an Lärmbelastungen unter 30 dB(A) stattfinden. Es gibt nur empirische Belege für die Adaptation der Aufwachreaktion, jedoch nicht für physiologische Reaktionen wie die Herzrate sowie für psychische Nacheffekte, zum Beispiel Stimmung oder Müdigkeit (vgl. Griefahn, 1998, S.25, Berglund et al., 1999). Die Adaptation steht in engem Zusammenhang mit der Orientierungsreaktion, die nach Griefahn (1990) in einem geringen Ausmaß gewöhnungsabhängig ist.

Gegenüber dem physiologischen Konzept der ‚Adaptation‘ wird Habituation dagegen als mentaler Aufmerksamkeitsprozess beschrieben: „...that s(he) gets used to it and is not as aware of its presence as before the habituation took place“ (Berglund et al., 1995, S., 28). Es handelt sich um bei der Habituation um eine psychische Gewöhnung an die Lärmbedingungen, die nach Auffassung von Griefahn (1977) nicht angezweifelt werden kann.

Im Kontrast zur Adaptation und Habituation steht die Sensibilisierung gegenüber Schallreizen, das heißt, im Verlaufe der Lärmbelastung sollte es zu verstärkten physischen und psychischen Reaktionen auf Fluglärm kommen.

Allerdings kann auch bei einem empirischen Nachweis von Adaptation oder Habituation an Lärmeinwirkungen nicht ausgeschlossen werden, dass eine gesundheitliche Gefährdung besteht. In den auf dem Ressourcen-Modell beruhenden Stresstheorien von Selye und Lazarus wird auf die Kosten der Adaptation und Habituation hingewiesen. Dahinter steht die Vorstellung, dass der Organismus nur begrenzt anpassungsfähig ist und die Auslenkung aus einem Gleichgewicht auf die Dauer „ihren Preis verlangt“.

Wegen der kontroversen Diskussion in der Fluglärmwirkungsforschung, ob Adaptation, Habituation oder im Gegensatz dazu eine Sensibilisierung infolge von

wiederholten Lärmbedingungen besteht, wird in dieser Arbeit untersucht, ob eine Veränderung von ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ im zeitlichen Verlauf der Studie festzustellen ist.

Bei der Fluglärmwirkungsforschung – nicht nur bei Studien zur Belästigung – fällt im Allgemeinen auf, dass sie wenig theoriegeleitet¹ ist und selten komplexe Zusammenhänge zwischen Stressor und Reaktionsparametern zum Beispiel durch die Einbeziehung von (psychologischen) Moderatorvariablen berücksichtigt (vgl. Staples, 1997).² Hinzu kommt, dass in einigen Studien zwar psychologische Konzepte, wie ‚Befindlichkeit‘ oder ‚Persönlichkeit‘ verwendet werden, es jedoch an psychologischen Kenntnissen über den theoretisch begründeten Einsatz dieser Konstrukte und einer wissenschaftlich abgesicherten Interpretation der Ergebnisse mangelt (s. Kap. 2.1). Aus diesem Defizit heraus, möchte die vorliegende Arbeit die Fluglärmwirkungsforschung weiterführen, indem vor dem Hintergrund der transaktionalen Stresstheorie der Lazarus-Gruppe ein Modell entwickelt wird, das die Wirkung von Nachtfluglärm auf psychologische und physiologische Stressindikatoren (letztere soll jedoch nicht in der vorliegenden Studie, sondern in anderen Arbeiten im Rahmen von STRAIN untersucht werden) unter Einbeziehung von Moderatorvariablen darstellt und zur Generierung der Hypothesen herangezogen werden kann. In diesem Modell sollen auch die Beziehungen zwischen verschiedenen Stressindikatoren aufgeführt werden, die ebenfalls – hinsichtlich der psychologischen und physiologischen Nacheffekte von ‚Nachtfluglärm‘ – untersucht werden sollen. Dieser Zusammenhang ist in der bisherigen Lärmwirkungsforschung weitgehend ungeklärt (Schick, 1997).

Das Konstrukt der ‚Belästigung‘ wird bei aller konzeptionellen Kritik und zu hinterfragendem Erkenntnisgewinn aufgrund seiner Bedeutung in der Lärmwirkungsforschung mit in das Modell einbezogen. Durch die Erforschung der Beziehung zwischen ‚Belästigung‘ und anderen psychologischen Reaktionsparametern wird somit auch eine Anregung von Morrell, Taylor und Lyle (1997)

¹ Cohen et al. (1981, S.531) meint dazu: „... methodologically tight studies are rare and because this research tends to be atheoretical, comparisons with laboratory work are difficult“.

² In einem Zitat von Cohen und Weinstein (1981, S.56/57) wird dieser Sachverhalt folgendermaßen kritisiert: “These data are misleading, however, because they give the impression that subjective reaction to noise are a simple function of exposure.“

aufgegriffen. Dabei wird ‚Belästigung‘ jedoch im Rahmen der kognitiven Stressforschung nicht mehr als Reaktionsvariable – wie bisher in der Annoyance-Forschung üblich – sondern als Resultante von kognitiven und emotionalen Verarbeitungsprozessen¹ auf den Stressor ‚Fluglärm‘ interpretiert: “Cognitive activity is an essential part of an emotional response; it provides the evaluation of meaning on which emotion depends“ (Lazarus & Folkman, 1991). Der Belästigung kommt demnach eine Rolle als Mediator zu, die sich aus der Auseinandersetzung mit dem Stressor ‚Nachtfluglärm‘ beziehungsweise der durch ihn verursachten ‚Schlafstörungen‘ ergibt und somit die Auswirkung des Stressors auf physische und psychische Stressindikatoren modifiziert.

In der vorliegenden Studie werden die psychologischen Reaktionsparameter über eine Zustandsdiagnostik erhoben. Das bedeutet, „den Zustand (State) einer Person, die sich zu einer bestimmten Messgelegenheit in einer spezifischen Situation befindet und ein spezifisches Verhalten zeigt, in die Menge der reellen Zahlen abzubilden“ (Eid, 1995: S.4). Damit wird der Fokus auf eine personenübergreifende Betrachtung der psychischen Reaktionen in den verschiedenen Fluglärmsituationen (Variation der Treatmentbedingungen) gelegt, wodurch allgemeine Aussagen über Fluglärmwirkungen auf „normalgesunde“ Personen übertragen werden können. Dennoch werden einige relevante Personenmerkmale und ihre Interaktion mit den Umweltbedingungen (=Nachtfluglärm) in dieser Untersuchung als Moderatoren beziehungsweise Mediatoren miteinbezogen werden. Durch die theoretische Fundierung dieser Studie in die transaktionale Stresstheorie der ‚Lazarus-Gruppe‘, in der das Zusammenwirken von Personen- und Umweltfaktoren im Mittelpunkt des Stressprozesses steht, kann darüber hinaus einer methodischen Forderung für die „Messung von Personen in Situationen“ (Eid, 1995) entsprochen werden, die die „getrennte Erfassung von personalen, situationalen sowie interaktionalen Anteilen des Verhaltens ...“ (S.9) postuliert. Dieser interaktionistische Ansatz entspricht auch einer Anregung von Lercher (1996, S. 124) für die zukünftige Forschung, dass ein Lärmwirkungs-Modell Personen- und Umweltmerkmale berücksichtigen sollte: “... a conceptual framework is needed which guides efforts in non-auditory health effects research against biological and psychological biases

¹ Vgl. Stallen (2000) und Guski (2001), die Annoyance als Stressantwort auf eine erlebte Störung und Kontrolle bezeichnen.

towards an integrated research framework that systematically includes the ecological perspective.“

Für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit können durch eine theoretische Einbettung in biopsychologische und kognitive Stressmodelle sowie durch die Einbeziehung der Ergebnisse aus den im Forschungsüberblick dargestellten Studien (Kap. 2) vorwiegend konfirmatorische Hypothesen aufgestellt werden, wobei die darüber hinausgehenden Ergebnisse explizit als explorativ dargestellt werden und Anregungen für die weitere Erforschung geben können.

4 Die Operationalisierung von ‚Nachfluglärm‘

4.1 Fluglärm in seiner Bedeutung als Umweltstressor

Bei dem Begriff ‚Nachfluglärm‘ handelt es sich – wie eingangs schon erwähnt – um eine Bewertung eines Geräusches als störender Schall. Diese Bewertung geht neben den akustischen Parametern der Geräuschquelle auf den vermittelnden Einfluss von etlichen psychologischen Größen zurück.¹

Als besonders relevante Mediatoren wurden von Glass und Singer (1972b) die Kontrollierbarkeit und die Unvorhersagbarkeit des Geräusches herausgestellt. Insofern wirkt ‚Nachfluglärm‘ durch sein intermittierendes Auftreten störender und ruft stärkere Reaktionen hervor als kontinuierliche Verkehrsgeräusche (vgl. Cohen, 1987, Griefahn, 1990). Zwar hat Fluglärm einen überwiegend intermittierenden Charakter, jedoch ist den Anwohnern von Flughäfen oft aus der Erfahrung bekannt, wann welche Überflüge stattfinden. Darüber hinaus können mit dem ersten Auftreten eines Fluggeräusches Prognosen über dessen weiteren Verlauf getroffen werden. Dies unterscheidet Fluggeräusche von plötzlich auftretenden lauten Geräuschen wie zum Beispiel Schüssen oder dem ‚Überschallknall‘. Eine mäßige Kontrollierbarkeit ist für Flughafenanwohner insofern gegeben, als sie sich – im begrenztem Maße – dem Lärm entziehen können (Fenster schließen, Ohrstöpsel). In dieser Laborstudie ist eine solche Kontrollierbarkeit des Lärms für die Versuchspersonen nicht gegeben. Wegen der Bedeutung als psychische Moderatorvariable soll eine Vorhersagbarkeit der Flugereignisse für die Versuchspersonen weitgehend ausgeschlossen werden (s. Kap. 8).

Als weitere, nicht-akustische Faktoren spielen psychische Bewertungsvorgänge eine Rolle, beispielsweise die Einstellung gegenüber Flugverkehr.² Unter Einbe-

¹ Guski (2001) bezeichnet den Schall als ‚Boten‘, aus dem durch den Kontext und der Bewertung erst eine ‚Botschaft‘ wird.

² Auf dem Workshop zur Fluglärmwirkung im Wissenschaftszentrum Bonn (2001) stellte Kastka das völlig unterschiedliche Verhalten von Anwohnern der Flughäfen Frankfurt und Köln-Bonn (beide sind Flughäfen mit Nachtflugverkehr) heraus. In Frankfurt wohnen vorwiegend Mitarbeiter des Flughafens, bei denen aufgrund ihrer materiellen Abhängigkeit von ihrem Arbeitgeber eine positive Einstellung gegenüber ‚Flugverkehr‘ vermutet werden kann. In Flughafennähe des Köln-Bonner Flughafens liegen stadtnahe Erholungsgebiete, in denen sich viele Anwohner gerade wegen der Ruhe ansiedelten. Die Häufigkeit und Stärke der Bürgerproteste sind nach Meinung von Guski für den Köln-Bonner-Bereich herausragend.

ziehung dieser nicht-akustischen Faktoren spricht Babisch (2000) auch von Lärm als einem „psycho-sozialen Stressor“.

‚Fluglärm‘ kann – wie andere Verkehrslärmarten auch – als chronischer Stressor bezeichnet werden. Die Bedeutung von chronischen Stressoren wird in einem Zitat von Dingus (2001) verdeutlicht: „...chronic stressors exact a greater ‘cost’ from an organism than do less intense or more acute stressors“ (S.30). In diesem Zusammenhang zeigt sich auch eine Nähe zu dem in der psychologischen Stressforschung untersuchten Konzept der ‚daily hassles‘ (etwas salopp als alltäglicher ‚nerviger Kleinkram‘ übersetzbar), das nach Lercher (1996, S. 122) wie folgt beschrieben wird „...‘daily hassles’ ... are described as more commonplace, circumscribed, and nonurgent and were believed not to require major adjustments ...“. Erst durch eine Chronizität dieser Stressoren können sich Effekte auf die Gesundheit zeigen, was auch den Nachweis von einer ‚krankmachenden Wirkung‘ von Fluglärm so schwierig macht. Im Zusammenhang mit dem Konzept der ‚daily hassles‘ hat sich in der Umweltpsychologie der Begriff ‚ambient stressors‘ durchgesetzt: „...‘ambient stressors‘ are chronic, negatively valued, intractable, nonurgent, and perceivable. Although perceivable, they are not noticed all the time“ (ebd. S.122). ‚Fluglärm‘ ist in diesem Sinne ein ‚unspezifischer‘ Umweltstressor (Anticaglia & Cohen, 1970), wobei der Begriff ‚Lärm‘ schon eine negative Bewertung impliziert. Darüber hinaus ist nach dieser Definition für ‚Nachtfluglärm‘ eine höhere ‚Unerwünschtheit‘ anzunehmen, da infolge einer größeren Differenz zu den leiseren Hintergrundgeräuschen in der Nacht verglichen mit denen am Tag sowie einer verringerten Ablenkung durch andere Tätigkeiten, nächtliche Fluggeräusche eher und stärker wahrgenommen werden. Außerdem tritt eine Interferenz mit dem – mehr oder weniger störbaren – Nachtschlaf auf.

Neben dieser mit nicht-akustischen Faktoren untrennbar verbundenen Lärmkonzeption wird in dieser Arbeit eine Operationalisierung des ‚Nachtfluglärms‘ in Form von akustischen Parametern erfolgen, die somit auch die unabhängigen Variablen in dieser Studie darstellen. Korrekterweise müsste von ‚Nachtflugschall‘ gesprochen werden, da ausschließlich akustische Parameter für die Operationalisierung herangezogen werden – aus Gründen einer Konvention, dass Flugschall allgemein als störend empfunden und der Begriff in der Lärmwirkungsforschung üblicherweise verwendet wird, wird in dieser Arbeit auch von ‚Nachtfluglärm‘ ge-

sprochen, wenn nur die akustischen Parameter gemeint sind. Die wesentlichen nicht-akustischen Faktoren werden in dieser Studie getrennt als Moderator- und Mediatorvariablen operationalisiert und untersucht.

4.2 Verwendete Fluglärmparameter

An dieser Stelle wird auf eine Einführung in die Akustik beziehungsweise Psychoakustik aus ökonomischen Gründen verzichtet.¹ Folglich werden nur die für diese Studie relevanten akustischen Parameter dargestellt und ihre Bedeutung in der bisherigen Fluglärmwirkungsforschung kurz diskutiert.

4.2.1 Energieäquivalenter Dauerschallpegel oder Mittelungspegel – L_{Aeq} oder L_{eq3}

Schon im Lärmschutzgesetz von 1971 wird der äquivalente Dauerschallpegel als Parameter verwendet. Als Pegelmaß beziehungsweise Mittelungspegel bezieht sich der $L_{A,eq,8h}$ auf die „Integration von A-gewichteten Pegeln über einen bestimmten Zeitraum“ (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999). In der vorliegenden Studie wird die Zeitspanne einer Nacht von 8 Stunden zur Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels als $L_{A,eq,8h}$ oder kurz herangezogen (vgl. DIN 45643, ISO 3891).

Bezogen auf den Nachtfluglärm gehen in die Berechnung des Mittelungspegels die A-gewichteten Pegel der einzelnen Fluglärmgeräusche als Integrale und die Anzahl der Flugereignisse ein. Messeinheit ist die Dezibel-A-Skala. Dieser Zusammenhang wird in folgender Formel ausgedrückt:

$$\bullet \quad L_{eq} = 10 \log \left(t_{ref} / T \sum 10^{0,1L_{AXj}/dB} \right) dB$$

\sum = Summe über alle Fluglärmereignisse, die während des zugrundegelegten Zeitintervalls T registriert werden

L_{AX} = Einzelereignispegel

T = zugrundegelegtes Zeitintervall

$T_{ref} = 1 \text{ s}$

¹ Über die Messung von akustischen Parametern kann sich beispielsweise in der folgenden Literatur informiert werden: Berglund et al. (1999); Hoffmann und Lüpke (1993) und Neumann (1997).

Für Neugebauer und Ortscheid (1997) ist der äquivalente Dauerschallpegel der beste Prädiktor von Lärmbelastung. Jedoch stellt der Dauerschallpegel eher ein bewährtes Lärmmaß für kontinuierliche Geräusche (wie z.B. die Verkehrsbelastung in der Nähe einer stark befahrenen Straße) dar. Die Charakteristik des intermittierenden Fluglärms wird dagegen wahrscheinlich durch dieses Lärmmaß nicht optimal repräsentiert. Berglund et al. (1995) und Oliva (1998) empfehlen deshalb die zusätzliche Einbeziehung des Maximalpegels oder des SEL (‘A-weighted sound level pressure’ als Integration über die zeitliche Struktur eines Geräusches) sowie die Anzahl der Flugereignisse. Darüber hinaus soll der L_{eq3} weniger gut für die Prädiktion von Schlafstörungen infolge von intermittierendem Lärm geeignet sein (Griefahn, 1990). Mit psychologischen Parametern, wie Belästigung, wurde auch ein höherer Zusammenhang mit dem Maximalpegel und der Anzahl der Lärmereignisse festgestellt (Björkman, Ahrlin, Rylander &, 1992; Kastka, 2001). Dagegen soll der L_{eq3} nach einer Untersuchung von Aasvang und Engdahl (1999) die Belästigungsreaktion am besten vorhersagen.

Für die Kombination von Häufigkeit der Flugereignisse und deren Maximalpegel, die den äquivalenten Dauerschallpegel determiniert, belegt Griefahn (1990) hinsichtlich der Lärmwirkungen über einen weiten Bereich einen linearen Zusammenhang (vgl. Jansen, Linnemeier & Nitzsche, 1995). Resultierend aus den Korrelationen des Dauerschallpegels mit subjektiven und objektiven Schlafparametern wird ein Grenzwert für den nächtlichen Mittelungspegel von 30 dB(A) empfohlen (ebd., vgl. auch Ortscheid & Wende, 2000).

Neben dem Einsatz des äquivalenten Dauerschallpegels als stetige Variable werden in dieser Studie auch Kategorien im Abstand von 3 dB(A) gebildet. Diese Differenz entspricht bei gleichem Maximalpegel einer Verdopplung der Fluglärmereignisse bei vernachlässigbarem Untergrundrauschen.¹

4.2.2 Maximalpegel – L_{ASmax}

Der L_{ASmax} (engl.: maximum level) kennzeichnet den „energetischen Mittelwert der A-bewerteten, mit der Zeitkonstante „SLOW“ [entspricht der Zeitbewertung von 1 s – Anm. d. Verf.] gemessene Maximalpegel pro Ereignis“ (Oliva, 1998), das bedeu-

¹ Diese Beziehung kann auch als eine Verdopplung der physikalischen Energie durch eine Zunahme um 3 dB ausgedrückt werden (Hoffmann & Lüpke, 1993).

tet, dass er der Punkt der höchsten Intensität im Verlaufe eines Fluggeräusches ist (DIN 45643). Maßeinheit ist die A-bewertete Dezibelskala: dB(A), in der das Frequenzspektrum eines Geräusches angepasst an das menschliche Hörvermögen abgebildet wird (Neumann, 1997). Durch den logarithmischen Aufbau der Dezibel-Skala¹ ist für den $L_{A\max}$ die Zuordnung eines metrischen Skalenniveaus problematisch. Allerdings weist der Maximalpegel eine hohe lineare Korrelation mit der ‚Lautheit‘ auf (Berglund et al., 1995; Bisping, 2001), einem psychoakustischen Lärmmaß, das auf der subjektiven Einschätzung eines Geräusches beruht und durch Kennzeichen wie beispielsweise der Rauigkeit oder der Schärfe bestimmt ist.² Für die Lautheit konnte Reichert (1994) metrisches Skalenniveau belegen. Wegen ihrer linearen Beziehung zum Maximalpegel soll nach Oliva (1998) keine bedeutende zusätzliche Varianzaufklärung durch die Variable ‚Lautheit‘ gemacht werden. Deshalb wird in der vorliegenden Arbeit auch auf die Verwendung dieses psychoakustischen Lärmmaßes verzichtet. Für Griefahn (1990) stellt der Maximalpegel eine sinnvolle Größe zur Beschreibung von intermittierenden Geräuschen – wie es ‚Nachtfluglärm‘ ist – dar. Für einen linearen Zusammenhang zwischen Maximalpegel und ‚subjektiven‘ wie ‚objektiven‘ Effekten gibt es Belege (Kastka, 1976; Öhrström & Rylander, 1982; Vallet et al., 1983). Schlafstörungen werden ab einem Maximalpegel von 40 dB(A) festgestellt (Griefahn, 1990).

Als unabhängige Variable in dieser Studie werden Kategorien des Maximalpegels in Abständen von 5 dB(A) verwendet, wobei Flugereignisse in einer realistischen Größenordnung der Maximalpegel im Intervall von 50 – 80 dB(A) eingesetzt werden. In diesem Bereich konnte auch eine lineare Beziehung mit der Belästigungsreaktion belegt werden (Oliva, 1998). Eine Interferenz mit dem Schlaf wurde erst ab einem Maximalpegel von 45 dB(A) festgestellt (Björkman, Åhrlin & Rylander, 1992). In einer Studie von Ollerhead et al. (1992) wird außerdem das Schlafstadium berücksichtigt, wobei eine Aufwachreaktion je nach Schlaftiefe durch Lärm im Bereich von 35-80 dB(A) erfolgen kann. Mit steigendem Lärmpegel wurde eine zunehmende Störung des Nachtschlafes festgestellt (z.B. Eberhardt,

¹ Ein Anstieg von 10 dB(A) entspricht einer Verdoppelung der subjektiv empfundenen Lautstärke (Neumann, 1997).

² Bei einer Verdopplung der Lautheit liegt etwa bei einem Anstieg von 10 dB vor (Paulsen, Ritterstaedt & Kastka, 1992).

Stråle & Berlin, 1987). Maschke fordert als Konsequenz aus seinen Untersuchungen, dass der Maximalpegel am Ohr des schlafenden Menschen 55 dB(A) nicht übersteigen sollte (zit. n. Ortscheid & Wende, 2000). Allerdings weist Griefahn (1990) darauf hin, dass ein Schwellenwert für einen Parameter hinsichtlich der gesundheitlichen Belastungen wenig aussagefähig ist und erst die Kombination mit der Häufigkeit der Lärmereignisse Schlüsse auf eine „pathogene Wirkung“ zulässt.

4.2.3 Häufigkeit der Flugereignisse

In der Lärmwirkungsforschung wird häufig die Bedeutung der Anzahl der Lärmereignisse hervorgehoben (z.B. Maschke et al., 1993; Berglund & Lindvall, 1995). Deshalb wird dieser Lärmparameter auch in dieser Studie eingesetzt werden, gerade auch, weil die Anzahl der Lärmereignisse mit dem Schlaf interferiert und das Ausmaß von Aufwachreaktionen bestimmt. In dieser Studie wurden in einer Labornacht gleiche Fluggeräusche (d.h. gleicher $L_{AS,max}$) in einer bestimmten Häufigkeit eingespielt. Da die Einspielung in gleichen zeitlichen Abständen erfolgen, werden dadurch auch die zwischen den Fluggeräuschen liegenden Pausen determiniert. Die Anzahl der Flugereignisse wird in dieser Studie in einem realistischen Bereich (verglichen mit der Lärmbelastung von Flughafenanwohnern) variiert (4 – 128 Überflüge in der Nacht), wobei als Abstufungen jeweils eine Verdoppelung der Anzahl eingesetzt wird (s. Kap. 7). Neben dem Maximalpegel determiniert die Häufigkeit den äquivalenten Dauerschallpegel. So ergibt sich durch die Verdopplung der Häufigkeit bei gleichem $L_{AS,max}$ eine Erhöhung des $Leq3$ um 3 dB(A) (bei vernachlässigbarem Untergrundrauschen).

4.2.4 Unterscheidung zwischen Start- und Landegeräuschen

Fluglärm entsteht vor allem beim Starten und Landen von Flugzeugen. Es bestehen Lärmkorridore um die Flugschneisen in der Umgebung von Flughäfen, in denen eine Konzentration des Lärms besteht. Sobald die Flugzeuge größere Höhen erreicht haben, wird die Lärmbelastung zunehmend irrelevant (vgl. Ortscheid & Wende, 2000).

Da die vorliegende Arbeit auf eine umfassende Analyse (z.B. einer Oktavbandanalyse oder Frequenzanalyse) eines komplexen Geräusches – wie es Fluglärm darstellt, verzichtet, wird die Einführung einer binären Variable eingeführt, die die verwendeten Fluglärmgeräusche in solche unterteilt, die von startenden oder lan-

denden Flugzeugen ausgehen. Diese Differenzierung kann nach folgendem Zitat von Berglund et al. (1999) charakterisiert werden: "Aircraft take offs are known to produce intense noise, including vibration and rattle. The landings produce substantial noise in long low-altitude flight corridors." Damit findet auch der Hinweis auf Untersuchungen über die Bedeutung von niedrigfrequenten Geräuschanteilen (vgl. Schust, Seidel & Blüthner, 1998), die Vibrationen auslösen können und daher als besonders störend empfunden werden, Berücksichtigung.

5 Konzeptualisierung eines Stressmodells der psychologischen und physiologischen Wirkungen von Nachtfluglärm

In diesem Kapitel werden verschiedene Stresskonzepte in ihren Grundzügen erläutert.¹ Dazu gehören das klassische biologische Stressmodell von Selye (z.B. 1946, 1976, 1981), der biopsychologische Ansatz von Ursin (z.B. 1967, 1985, 1994) sowie psychologisch-kognitive Copingmodelle, wobei besonders die Arbeiten der Lazarus-Gruppe (z.B. Lazarus & Launier, 1978, Lazarus, Kanner & Folkman, 1987; Lazarus & Folkman, 1991) von Relevanz für die theoretische Fundierung der vorliegenden Studie sind. Auf die beiden erstgenannten theoretischen Konzepte wird daher nur kurz eingegangen. Sie sind für die vorliegende Arbeit vor allem von Interesse, um die physiologischen Reaktionen infolge der Stressoreinwirkung (nächtlicher Fluglärm) zu beleuchten. In Anbetracht der Bedeutsamkeit von psychologischen Variablen für die Reaktionen auf Fluglärm wird der Fokus jedoch auf den letztgenannten psychologisch-kognitiven Ansatz gelegt.

Unter Einbeziehung der neueren biopsychologischen Stressforschung (z.B. Debus, Erdmann und Kallus, 1995), insbesondere ihrer Belastungs-/Beanspruchungs- und Erholungskonzepte (Kallus, 1992), wird in Anlehnung an bereits formulierte Stressmodelle ein Modell entwickelt, das zum einen die Beziehungen zwischen dem Stressor „Nachtfluglärm“ und seinen psychologischen und physiologischen Wirkungen unter Moderierung und Mediation relevanter psychologischer Variablen widerspiegelt sowie zum anderen der Ableitung von Forschungshypothesen dient.

Bei der Ausführung der wesentlichsten Kennzeichen der verschiedenen Stressansätze werden in diesem Kapitel auch solche Operationalisierungen zentraler Begriffe der Stressforschung dargestellt, die in der vorliegenden Studie als Variablen im Modell und bei der späteren empirischen Überprüfung herangezogen werden können. Dabei wird die auslösende Variable als Stressor (in dieser Studie der „Nachtfluglärm“) bezeichnet. Der alltagssprachliche Begriff „Stress“, der auch

¹ Auf eine explizite und ausführliche Darstellungen der Stresstheorien soll in der vorliegenden Arbeit aus ökonomischen Gründen verzichtet werden. Um einen Überblick über die verschiedenen Forschungsansätze zu erhalten, wird auf die Arbeit von Nitsch (1981) verwiesen.

innerhalb der Stressforschung uneinheitlich verwendet wird, bezeichnet den Prozess der Auseinandersetzung mit einem Stressor unter Moderation und Mediation verschiedener psychologischer und soziodemographischer Variablen.¹ Nach Lazarus und Launier (1991) besteht dieser Prozess aus Appraisal und Coping. Die resultierenden Größen werden als psychologische oder physiologische Stressbeziehungswise Beanspruchungsreaktionen („Outcome“-Variablen) bezeichnet.

5.1 Biologische Stressmodelle

Der Begriff „Stress“ geht auf Cannon (1914, zit. n. Schönflug, 1993) zurück, der darunter „power in the attack and in the defence or flight“ versteht. Nach einer weniger ‚dramatischen‘ Definition von Apply und Trumbull (1967, zit. nach Glass & Singer, 1972a) ist „Stress...generally defined as the affective behavioral, and physiological response to aversive stimuli“. Somit stellt Stress ein allgemeines biologisches Prinzip dar, das die Anpassung eines Organismus an seine Umwelt² umfasst und als ein „Erregungszustand, in den der Organismus durch den Stressor versetzt wird“ und als „Störung des dynamischen Gleichgewichts“ beschrieben werden kann (Becker-Carus, 1991, S.196).

Der vor allem durch die Arbeit von Selye (1946) begründete biologische Stressansatz³ zählt zur traditionellen Stressforschung, in der lineare, unidirektionale und stationäre Reiz-Reaktions-Beziehungen untersucht werden. Nach Selye sollte zwischen Stressor (als Umweltreiz) und Stress (als physiologische Reaktion darauf) unterschieden werden. Im biologischen Stressansatz beschreibt der Autor Stress als „unspezifische Reaktion auf Anforderungen oder Belastungen der Umwelt“⁴ (Selye, 1975b). Diese Reaktion wird durch das Konzept des „general

¹ In der Stressforschung wird begrifflich oft nicht „sauber“ zwischen den antezedenten Bedingungen und deren Folgen unterschieden. So werden mit dem Begriff „Stress“ einmal die auslösenden Faktoren, ein anderes Mal der Verarbeitungsprozess oder wiederum die Folgen bezeichnet. (vgl. Nitsch, 1981)

² Die Begriffe ‚arousal‘ oder ‚activation‘ sind aus dem Konzept des ‚drive‘ aus dem ‚animal model‘ hervorgegangen (Becker-Carus, 1981).

³ Einen Überblick über die Geschichte der biologischen Stressforschung findet sich bei Selye (1975a, 1976, 1981) und Nitsch (1981).

⁴ Eine weitere wichtige von Selye (1975b) getroffene Unterscheidung ist die zwischen „Eustress“ und „Distress“, das bedeutet, Stress wirkt nicht per se als krankmachend, sondern ermöglicht als „Eustress“ sogar eine notwendige Anregung des Organismus für die Anpassung an Umweltbedingungen. Von der Art des Stressors und seines Ausmaßes hängt es ab, ob es zu negativem, das heißt auf die Dauer krankmachendem „Distress“ kommt (vgl. auch Nitsch, 1981, S.50 ff).

adaptation syndrom“ (Selye, 1946) beziehungsweise als „Allgemeines Anpassungssyndrom“ (A.A.S.)¹ beschrieben, welches besagt, dass der Organismus unabhängig vom Stressor mit einer unspezifischen Alarmreaktion antwortet, das heißt, dass die psychophysische Aktivität des Organismus erhöht wird.² Für diese biologischen Stressreaktionen spielt der Hypothalamus, das zentrale Nervensystem und das endokrine System eine besondere Rolle bei der Freisetzung der sogenannten Stresshormone. Nach Selye (1981) ist dabei die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse für die Ausschüttung der Glucocorticoide (z.B. Cortisol), aber auch der Catecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) von Bedeutung (vgl. Selye, 1946). In beiden Systemen spielt der Hypothalamus eine übergeordnete Rolle und fungiert als „Umschaltstelle von nervösen in hormonelle Reaktionen“ (Nitsch, 1981, S. 65). Bei der physiologischen Stressreaktion wird durch die Stresshormone (Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol) die Aktivität von Sympathikus und Parasympathikus an allen Organen in charakteristischer Weise beeinflusst (vgl. Becker-Carus, 1991), wodurch eine Anpassung an die veränderten Umweltbedingungen ermöglicht beziehungsweise Energien zur „Fluchtreaktion“ bereitgestellt werden.³ Als physiologische Reaktionen werden unter anderem eine erhöhte Blutzirkulation in der Muskulatur mit erhöhter Pulsrate und Erhöhung des systolischen Blutdrucks nachgewiesen (vgl. Selye, 1981).

Das ‚Allgemeine Anpassungssyndrom‘ besteht neben der oben beschriebenen Alarmreaktion noch aus den weiteren Phasen: ‚Widerstand‘ und ‚Erschöpfung‘. Bei einer länger bestehenden Stressoreinwirkung unternimmt der Organismus in der Phase des Widerstands eine scheinbare Anpassung an die veränderten Umweltbedingungen, die physiologischen Reaktionen sind häufig entgegengesetzt zu denen der Alarmreaktion (zur genaueren Erläuterung s. Nitsch, 1981, ff. 166). Bei Fortbestehen des Stressors kommt es in der letzten Phase durch den anhaltenden Versuch der Adaptation zu einer Erschöpfung des Organismus, das bedeutet,

¹ In der vorliegenden Arbeit wird die deutsche Übersetzung und Abkürzung nach Nitsch (1981) für diesen Terminus verwendet.

² Als Kritik gegen dieses Konzept wird vorgebracht, dass das „Generelle Anpassungssyndrom“ nur bei massiven Stressoren zu beobachten sei (Becker-Carus, 1981).

³ Eine genauere Beschreibung der Funktion der ‚Stresshormone‘ kann bei Birbaumer und Schmidt (1991) nachgelesen werden. Jedoch weist der Autor darauf hin, dass die Bedeutung eines erhöhten Cortisolspiegels unter Stress bis heute nicht völlig geklärt ist.

dass dieses Phasenmodell von einer Begrenztheit der Anpassungsfähigkeit des Organismus an seine Umweltbedingungen ausgeht. In diesem Zusammenhang postuliert Selye (1946) eine enge Beziehung zu den sogenannten „Anpassungs-krankheiten“¹, die besagt, dass der Organismus durch chronische Stressoren in der Phase der Erschöpfung je nach seiner individuellen Vulnerabilität² erkranken kann (‘adaption-cost-hypothesis’).³

Unter Berücksichtigung dieses Phasenmodells der physiologischen Stressreaktionen wird in der vorliegenden Arbeit deshalb die möglicherweise schon bestehende Fluglärmvorbelastung der Versuchspersonen vor der Teilnahme an der Laborstudie erhoben und zur Differenzierung einbezogen.

Im biopsychologischen Stresskonzept von Ursin (1967) stehen neurophysiologische und nicht endokrinologische Vorgänge (wie in der Theorie von Selye) bei der Stressgenese im Mittelpunkt. Die Konfrontation des Organismus mit einem Stressor führt zu einer Arousal-Reaktion⁴, einer erhöhten psychophysischen Aktivierung des Organismus. Dabei spielt das aufsteigende retikuläre System (ARAS) neurologisch eine wichtige Rolle. Außerdem werden psychologische Mediatoren für eine Stressreaktion eingeführt, die im Ansatz von Selye keine Berücksichtigung finden. So wird im biopsychologischen Stresskonzept die Bedeutung von Kontrolle und Erwartungen als psychische Aspekte der Arousal-Reaktion hervorgehoben (Ursin, 1985). Die Stressantwort wird als ein Alarmsystem auf einen durch den Stressor erlebten Kontrollverlust gedeutet, wobei der Organismus durch Coping- und Abwehrreaktionen versucht, Informationen über den Stressor zu gewinnen und die Kontrolle über die Situation wiederzuerlangen. Da Stress als

¹ Als Anpassungskrankheiten werden u.a. essentielle Hypertonie, Magen-Darm-Geschwüre und bestimmte neuropsychiatrische Störungen bezeichnet (Selye, 1981), wobei auch auf die multikausale Genese von Krankheiten hingewiesen wird.

² In seinen späteren Arbeiten modifiziert Selye seinen Ansatz, indem er der intraindividuellen Variation der Stressreaktion Rechnung trägt. Danach wird das A.A.S. durch endogene (z.B. vererbte Vulnerabilität) und exogene (Ernährung, Medikamente) Faktoren konditioniert.

³ Die vermittelnde Rolle von ‚Stresshormonen‘ im Zusammenhang zwischen Stress und Krankheit beschreibt Birbaumer und Schmidt (1991, S. 443) folgendermaßen: „Man kann sich vorstellen, dass sich dauernd wiederholende Stresssituationen, wie sie im modernen Großstadtleben und am Arbeitsplatz an der Tagesordnung sind, über einen langfristig erhöhten Adrenalin Spiegel im Blut das Entstehen verschiedener Erkrankungen begünstigen können.“

⁴ Die Arousal-Reaktion steht im engen Zusammenhang mit der Orientierungsreaktion, die für die Diskrimination von Reizen und ihrer Bewertung eine bedeutende Rolle spielt (vgl. Birbaumer & Schmidt, 1991).

„unangenehmer Spannungszustand“ (Greif, 1991 zit. n. Oliva, 1998) erlebt wird, steht die Reduktion der Alarmreaktion im Mittelpunkt des Copings. Die Beziehung zwischen Stressor und Krankheit wird bei Ursin (1993, 1994) in einem psychoimmunologischen Ansatz erklärt, indem als Stressreaktionen Veränderungen im Zusammenspiel des immunologischen und hormonalen Systems angenommen werden.¹ Dabei spielt auch – wie schon bei Selye – eine ‚chronifizierte‘ Anpassungsreaktion an einen Stressor eine wichtige Rolle, die im folgenden Zitat zum Ausdruck kommt: “The relation between stress and health depends on the stress-dampening mechanism, on how the alarm is turned off, why it is sometimes to be left on, and what the consequences really are of leaving the alarm on“ (Ursin & Olf, 1993).

In modernen biopsychologischen Stresskonzepten (Fehm-Wolfsdorf, 1994) wird eine Neubewertung der Funktion von „Stresshormonen“ im Gegensatz zum Modell von Selye gemacht. Eine Hormonsekretion infolge von Stressoreinwirkung wird nicht mehr als (evt. krankmachende) physiologische Stressantwort angesehen, sondern als Regulationsvorgang, der ein ‚Überschießen‘ anderer physiologischer Stressreaktionen verhindert und somit zur „Aufrechterhaltung des homöostatischen Systems“ (ebd.) dient.² Erst infolge von chronischer Stressoreinwirkung kann diese Balance nicht mehr aufrechterhalten werden, wodurch die ständig erhöhte Hormonsekretion maladaptiv wirken kann.

5.2 Transaktionale Stresstheorie

Im Gegensatz zu den klassischen Stresstheorien wird die Beziehung zwischen Stressor und Umwelt im transaktionalen psychologischen Copingmodell des Forschungskreises um Lazarus in den Mittelpunkt gerückt. In diesem Ansatz wird das Reiz-Reaktions-Schema durch Einbeziehung psychologischer vermittelnder Pro-

¹ Der Zusammenhang zwischen der physiologischen Stressreaktion und einer Unterdrückung des Immunsystems wird auch von Selye (1981) angenommen und ist vielfach empirisch belegt worden (z.B. Ader, Felten & Cohen, 1991; Ballieux und Heijner, 1985; Pinel, 1997; Ursin, 1994, Ursin und Olf, 1993).

² Ein Hinweis auf die regulierende Funktion der Hormonsekretion bei Belastung kann auch in der stressreduzierenden Wirkung von Ausgleichssport, bei dem erhöhte Catecholamin- und Cortisolwerte auftreten, gesehen werden.

zesse erweitert.¹ Zentral ist in diesem Konzept der Begriff 'Appraisal' (= Bewertung), durch den individuelle Unterschiede in den Reaktionen auf gleiche Stressoren erklärt werden können.²

Nach der Definition von Folkman, Lazarus, Gruen und DeLongis (1986) ist psychischer Stress: "...a relationship between the person and the environment that is appraised by the person as taxing or exceeding his or her resources and endangering his or her well-being" (S.571), das heißt, nicht nur die physikalischen Merkmale eines Stressors sind verantwortlich für die Reaktion darauf, sondern erst die kognitive Bewertung des Reizes ist ausschlaggebend für den Copingprozess und die physiologischen und psychologischen 'Outcome-Variablen'.

In der transaktionalen Stresstheorie unterscheidet man im Bewertungsprozess zwischen primärem und sekundärem Appraisal. Primäres Appraisal wird definiert: "...as the process of categorizing an encounter, and its various facets, with respect to its significance for well-being" (Lazarus et al., 1991, S.33). Diese Bewertung führt zu der subjektiven Einschätzung des Stressors entweder als irrelevant, als Bedrohung oder als Herausforderung hinsichtlich der Wirkung auf das Wohlbefinden und hat Einfluss auf den anschließenden Copingprozess und das Copingresultat.³ Sekundäres Appraisal wird als Vorgang beschrieben: "...of evaluating what might and can be done. It is a complex evaluation process that takes into account which coping option will accomplish what it is supposed to, and the likelihood that one can apply a particular strategy or set of strategies effective" (ebd., S.37). Es geht folglich um die Selbsteinschätzung der Person, ob sie über entsprechende Copingstrategien im Umgang mit dem Stressor verfügt und wie erfolgreich diese eingesetzt werden. Für den sekundären Bewertungsvorgang spielt vor allen Dingen die Modellvorstellung von internen und externen Ressourcen so-

¹ Bei diesem Paradigmenwechsel in den 70er Jahren weg von einer positivistischen, behavioralen Sichtweise auf das Stress-Phänomen hin zu einer Einbeziehung von psychologischen-kognitiven Variablen, spricht man auch von der „kognitiven Wende“ in der Psychologie (vgl. Nitsch, 1981).

² Selye konnte diese Spezifität der Reaktionen mit seinem Konzept des „Allgemeinen Adaptations-Syndroms“ nicht erklären und postulierte in seiner späteren Forschungsphase noch das Konzept des „Lokalen Adaptationssyndroms“, in dem psychologische Wirkfaktoren jedoch immer noch keine Rolle spielen (vgl. Selye, 1981).

³ Nach einer Definition der WHO für Gesundheit als „psychisches, physisches und soziales Wohlbefinden“ lässt sich ein Zusammenhang zwischen Stressor, Bewertung des Stressors, psychischen und physiologischen Reaktionen und Gesundheit ableiten.

wie das Konzept der „Vulnerabilität“ eine wichtige Rolle. In diesem Modell geht es demnach um die Vorstellung, dass der Organismus über begrenzte psychische, physische und soziale Ressourcen verfügt, die sich in der Auseinandersetzung mit chronischen Stressoren erschöpfen können, was in der Folge zu einer seelischen oder körperlichen Erkrankung führen kann (vgl. Dinges, 2001). Diese Vorstellung steht in enger Beziehung zur ‘adaptation-costs-hypothesis’ der biologischen Stressansätze. Lazarus, DeLongis, Folkman und Gruen (1985) konkretisieren in diesem Zusammenhang nochmals die Beziehung zwischen Person und Umwelt: „...Stress ... is not definable as an environmental stimulus or agent but as a relationship between a stimulus and a vulnerable person.“ (S.776). Für die vorliegende Untersuchung ist dieser Aspekt von besonderer Relevanz, da durch Nachtfluglärm eine bedeutende Ressource des Organismus, der „gesunde“ Nachtschlaf, gestört werden kann und sich somit Auswirkungen auf die generelle „Stressverarbeitung“ ergeben können.

Die Bewertungen in der Auseinandersetzung mit dem Stressor führen in der prozessorientierten Sichtweise der Transaktionalen Copingtheorie dann zu einer Neubewertung der Situation: “Reappraisal is simply an appraisal that follows an earlier appraisal in the same encounter and modifies it“ (ebd., S.40). Reappraisal-Prozesse führen damit zu einer fortlaufenden Anpassung des Organismus an die jeweiligen Umweltbedingungen (Stemmler, 1984). Dieses Konzept ist vor allen Dingen für die vorliegende Studie bei der Berücksichtigung der Variablen „Fluglärmvorbelastung“ und „Bewertungen von Fluglärm“ von Bedeutung, da frühere Erfahrungen und Bewertungen das Verhalten und Erleben der Versuchspersonen während der Studie beeinflussen können.

Die Bewertungsprozesse stehen nach der transaktionalen Stresstheorie in direkter Beziehung zu den Copingprozessen und den Copingresultaten („Outcome“). Dieser Zusammenhang konnte auch in empirischen Studien belegt werden (z.B. Folkman & Lazarus, 1985; Folkman, Lazarus, Dunkel-Schetter, DeLongis & Gruen, 1986). Der Copingprozess läuft ebenfalls neben den ihn beeinflussenden Appraisalprozessen als Auseinandersetzung mit dem Stressor und seinen Folgen, ab und wird nach Folkman, Lazarus, Pimley und Novacek (1987, S. 172) beschrieben als: „...thoughts and acts people use to manage the demands of stressful transactions. These thoughts and acts can be directed both at altering the

troubled person-environment transaction (problem-focused coping) and regulation distressing emotions (emotion-focused coping).”

Copingstrategien werden demnach unterteilt in problem-fokussiert – das bedeutet konkrete Handlungen, die eine Reduktion oder Ausschaltung des Stressors und seiner Folgen zum Ziel haben (z.B. können Flughafenanwohner bei nächtlichem Fluglärm die Fenster schließen oder Beschwerdebriefe an Verantwortliche schreiben etc.) – und emotions-fokussiert, das sind eher kognitive „Techniken“, die eine Reduktion von unangenehmen Emotionen zum Ziele haben (z.B. durch Distanzieren, Ablenken der Aufmerksamkeit, positives Umdeuten des Stressors). Im aktuellen Copingprozess werden immer beide Strategien eingesetzt (ebd.), wobei der Kontext entscheidet, welche Verhaltensweise bzw. kognitiven Strategien eher zur Stressreduktion beitragen kann bzw. ob die Möglichkeit besteht, den Stressor zu verändern oder zu verhindern (ebd.). So stehen den Versuchspersonen in der vorliegenden Laborstudie eher emotions-zentrierte Copingstrategien, mit dem Nachtfluglärm und seinen Folgen fertig zu werden, zur Verfügung als den Betroffenen zu Hause (z.B. können sich die Versuchspersonen im Labor dem Fluglärm durch Fensterschließen oder Schlafbunkerbauen¹ nicht entziehen. Sie können sich dafür aber mit der kurzzeitigen Dauer des Versuchs, mit der Aussicht auf ein Honorar „trösten“ oder damit, dass man zu Hause keinem Fluglärm mehr ausgesetzt ist).

Im transaktionalen Copingmodell von der ‚Lazarus-Gruppe‘ wird die Bedeutung von Emotionen, die im Stressprozess entstehen und als Mediatoren den weiteren Copingprozess beziehungsweise Stressreaktionen beeinflussen, hervorgehoben. Die entstehenden Emotionen, wie beispielsweise Furcht oder Ärger, tragen zu einer Aktivierung des physiologischen Systems bei.² So handelt es sich nach der Auffassung von Cohen et al. (1987) bei der nichtspezifischen physiologischen

¹ Tatsächlich haben zwei Familien in der Umgebung des Köln-Bonner-Flughafens einen unterirdischen schallisolierten Schlafbunker gebaut, wo sie sich mit ihren Kindern gegen den nächtlichen Fluglärm schützen wollen. (Zeitungsberichte im Kölner Morgen, 08./11.05.2001).

² Auf einen Exkurs in die Emotionspsychologie wird wegen der ungeheuren Vielfalt und Komplexität von Theorien verzichtet. Es soll an dieser Stelle nur der Hinweis auf einen Diskurs gegeben werden, der in der gegensätzlichen Auffassung besteht, ob Emotionen physiologische Reaktionen verursachen oder umgekehrt, ob eine physiologische Erregung als bestimmte Emotion gedeutet werden kann (vgl. Panksepp, 1982; Plutchik & Kellermann, 1987). Ebenfalls ist die Zuordnung von spezifischen physiologischen Erregungsmustern zu bestimmten Emotionen empirisch noch nicht hinreichend belegt (vgl. Ax, 1953, Stemmler, 1984).

Antwort eher um die Auswirkung der emotionalen Reaktion auf den Stressor als auf einen Effekt durch die physikalischen Eigenschaften des Stressors (vgl. Nitsch, 1981, S.73). In diesem Zusammenhang handelt es sich bei dem kognitiven Stressansatz um eine wichtige Ergänzung der biologischen Konzepte, indem die besondere Rolle von kognitiven Prozessen als Mediatoren zwischen Stressor und Stressreaktionen hervorgehoben wird: "No environmental event can be identified as a stressor independently of its appraisal by the person" (Lazarus et al., 1985, S.776), das bedeutet, hier wird ein wesentlicher Schritt zur Erhellung der komplexen Zusammenhänge gemacht, um intraindividuelle Unterschiede besser erklären zu können. Das bedeutet für die vorliegende Untersuchung, dass der Zusammenhang zwischen dem Stressor „Nachtfluglärm“ und physiologischen Parametern ohne die Einbeziehung von psychologischen und soziodemographischen Moderator- sowie psychologischen Mediatorvariablen nicht hinreichend erklärt werden kann.

Auf den Theoriendiskurs zwischen ‚Kognitivisten‘ und ‚Positivisten‘, zum Beispiel über den Vorwurf der Zirkularität und Konfundierung der Begrifflichkeiten im transaktionalen Ansatz und der darauffolgenden Verteidigung des Ansatzes soll an dieser Stelle nur kurz hingewiesen werden (vgl. Lazarus et al., 1985 vs. Dohrenwend & Shrout, 1985). Anders als in der Kritik an der transaktionalen Stresstheorie vielfach noch behauptet wird, dass sich die in der Theorie formulierten Konzepte von ‚Appraisal‘ und ‚Coping‘ und deren Zusammenhänge nicht einer empirischen Überprüfung unterziehen ließen, wurden mittlerweile in einer Vielzahl von Studien die Konstrukte operationalisiert und deren Zusammenhang empirisch belegt (z.B. Lazarus et al. 1985; Folkman et al., 1985; 1986).

5.3 Konzeptualisierung der psychischen Stressreaktionen unter Einbeziehung der neueren biopsychologischen Stressforschung

Eine wesentliche Kritik von Oliva (1998) an der ‚Transaktionalen Stresstheorie‘ stellt die nicht erfolgte Konzeptualisierung von Stressreaktionen heraus: „...außerhalb des physiologischen Systems ist es nicht gelungen, einen Sachver-

halt zu bezeichnen, der notwendigerweise „Stress“¹ heißen soll“ (Fußnote 19). Obwohl die Erklärung des Zusammenhangs zwischen Stress und Gesundheit beziehungsweise Krankheit im Mittelpunkt der Stressforschung stehen soll², wird der empirische Nachweis vor allen Dingen durch die Unbestimmtheit der psychologischen „Outcome“-Variablen erschwert.³ Ausgenommen von Emotionen werden eher kurzfristige psychologische Stressreaktionen, aus denen besonders bei chronischen Stressoren wie Fluglärm längerfristige Folgen resultieren und die neben anderen Faktoren zur Entstehung von Krankheiten beitragen können, somit im transaktionalen Stressansatz nicht ausreichend berücksichtigt.⁴

Vor diesem Hintergrund ist eine Konkretisierung psychologischer Stressreaktionen sowie deren Operationalisierung für die vorliegende Untersuchung notwendig, um diese auch neben anderen physiologischen und leistungspsychologischen Stressindikatoren messen zu können. Für diese Aufgabe werden Ansätze der neueren biopsychologischen Stressforschung (vgl. Debus, Erdmann & Kallus, 1995), in denen das Konzept der ‚Beanspruchung‘ als Folge von ‚Belastung‘ eine entscheidende Rolle bei der Erfassung von Stressreaktionen spielt, einbezogen. Diese Begriffe stammen ursprünglich aus Physik und Technik, wobei ‚Belastung‘ eine einwirkende Kraft auf einen Werkstoff und ‚Beanspruchung‘ die resultierende Verformung darauf meint. Der vermittelnde Prozess zwischen den Merkmalen der Belastung und den Objekteigenschaften kann dann als Stress beschrieben werden (vgl. Nitsch, 1981). Übertragen auf die oben vorgestellten Stresskonzeptionen steht Belastung in enger Beziehung zum Begriff „Stressor“ und „Beanspruchung“ zum Begriff der „Stressreaktionen“. Analog zum physikalischen Stresskonzept wird in diesem Forschungsansatz unter ‚Beanspruchung‘ die „aktuelle, zeitlich eingrenzbar Inanspruchnahme psychophysiologischer Ressourcen (oder

¹ Mit „Stress“ werden (nach Auffassung der Verfasserin) in diesem Zusammenhang kurzfristige Stressreaktionen, wie sie über physiologische Indikatoren gemessen werden können, verstanden.

² „No issue in the psychology of health is of greater interest and importance than whether and how stress influences adaptational outcomes such as well-being, social functioning and somatic health“ (Lazarus et al., 1985: S.770).

³ Ein Zitat von Cohen et al. (1987) beschreibt trefflich diesen Umstand: „Unfortunately, cognitive stress models tend to be vague in their predictions of the particular measures that will be affected in any instance, and the nature of the relationships among these outcome measures.“

⁴ In diesem Zusammenhang kritisieren Dohrenwend und ShROUT (1985) die Redundanz von „Distress“-Erhebungen durch Fragebögen der Lazarus-Gruppe und psychopathologischen Fragebögen.

Leistungsvoraussetzungen) zur Bewältigung interner und / oder externer Anforderungen“¹ verstanden (Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994, S. 114).

Kallus (1992) stellt jedoch die Gleichsetzung sowohl von Stressor und Belastung, als auch von Stress und Beanspruchung aufgrund des zeitlichen Aspekts von Stress sowie der Festlegung der Intensität, die nach seiner Meinung nicht im Konzept der Beanspruchung gegeben sei, in Frage. Diese Ansicht wird insofern negiert, als in der vorliegenden Untersuchung die Stressreaktionen (und nicht der Stressprozess) über die Messung von Indikatoren für das Konstrukt „Beanspruchung“ operationalisiert werden sollen.² Es werden folglich physiologische und psychologische Indikatoren eingesetzt, durch die auf den Beanspruchungsgrad eines Individuums zu einem bestimmten Zeitpunkt oder über einen bestimmten Zeitraum geschlossen werden kann. Insofern können die Dimensionen ‚zeitliche Dauer‘ und ‚Intensität‘ jeweils berücksichtigt werden.

Eine Definition von Kallus (1992, S.3) beschreibt: „Beanspruchung im Sinne einer Belastungsreaktion ... als situationsgebundenes Reaktionssyndrom ...,welches sich sowohl durch psychophysische Aktivierung als auch durch das Auftreten von Befindlichkeiten negativer Valenz (psychischer und/oder somatischer Art) auszeichnet. Eine Situation wird als Belastungssituation (für eine Population) bezeichnet, wenn die Mehrzahl der Individuen (der Population) in dieser Situation Belastungsreaktionen (Beanspruchung) zeigt.“ Zum Nachweis von Beanspruchung reicht nach Ansicht von Kallus (1992, S.4) schon eine „erhöhte Aktivierung in *einem* physiologischen Funktionssystem und Veränderungen *eines Indikators* für das Befinden negativer Valenz“ aus.

Nach Wieland-Eckelmann und Baggen (1994, S.125) gibt es drei Ebenen der Indikatoren für Beanspruchungsreaktionen, die parallel analysiert werden sollten (S. 125):

¹ Die Vorstellung von Ressourcen, die sich erschöpfen können, findet sich in den bereits dargestellten biologischen Stressmodellen und bei Lazarus und Launier (1991).

² Die Unterscheidung zwischen „Belastung“ als auslösende Bedingung (Stressor) und „Beanspruchung“ als Resultante aus dem Stressprozess soll konsequent in der vorliegenden Untersuchung getroffen werden. Das ist selbst bei Kallus (1992) nicht immer der Fall: so spricht er z.B. einmal von Beanspruchungsindikatoren (S.147) und dann wieder von Belastungsindikatoren (S.155) und bezeichnet den EBF als Erholungs- und Belastungsfragebogen, obwohl dieser Dimensionen der Beanspruchung erfasst.

- subjektiv erlebte Beanspruchungsreaktionen
- physiologische Reaktionen
- mentale Leistungsfähigkeit

Baum, Grunberg und Singer (1982) erwähnen als vierte Dimension der Stressreaktion noch die endokrinologischen Parameter, die jedoch in dieser Untersuchung in die physiologische Messebene einbezogen werden.

In der vorliegenden Arbeit wird der Fokus auf die Erlebensebene gelegt¹, wobei die Beziehungen dieses Bereichs zu den anderen beiden Ebenen ebenfalls untersucht werden.

Bei den psychologischen Reaktionsvariablen als Resultat der Auseinandersetzung mit einer belastenden Bedingung (Stressor) wird in der vorliegenden Arbeit zwischen den Konstrukten ‚Befindlichkeit‘ als momentaner Zustand und ‚Beanspruchungszustand‘, der als Prozess über den Zeitraum eines Tages erfasst wird, unterschieden (Kallus, 1995). Nach einer zusätzlichen Unterteilung von Rudow (1994) handelt es sich bei diesen Konzepten um Beanspruchungsreaktionen und nicht um Beanspruchungsfolgen, die erst längerfristig daraus resultieren können.

Ein weiterer wichtiger Beitrag der biopsychologischen Ansätze stellt die Einbeziehung des Konzepts der ‚Erholung‘ dar.² Nach dem der Stressforschung allgemein zugrundeliegenden Ressourcen-Modell wurde nur die Erschöpfung der Ressourcen durch die Auseinandersetzung mit dem Stressor in den Mittelpunkt gerückt, jedoch nicht die Bedeutung von Erholungsprozessen für die Regeneration derselbigen beachtet (vgl. Rudow, 1994). In diesem Zusammenhang taucht auch die Frage nach der „Störbarkeit von Erholungsprozessen“ (Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994) auf. Dabei ist für die vorliegende Studie von besonderer Relevanz, dass es durch Nachtfluglärm zu einer Behinderung des Schlafes kommen kann. Durch die besondere Rolle des ‚gesunden Nachtschlafes‘ als wichtige Ressource

¹ Wie schon in der Einleitung erwähnt, werden im Gesamtprojekt STRAIN physiologische Parameter sowie Leistungsdaten einbezogen und untersucht. Diese Ergebnisse werden jedoch an anderer Stelle veröffentlicht.

² Die Bedeutung von ‚Erholungsprozessen‘ wurde besonders in der Arbeits- und Sportpsychologie postuliert und erforscht (z.B. die Rolle von Arbeits- und Trainingspausen für die Effizienz von Arbeitsleistung bzw. Trainingserfolg).

für Erholungsprozesse kann diese Beeinträchtigung sich deshalb auf das Gleichgewicht von Beanspruchung und Erholung auswirken: „Beanspruchungsfolgen werden längerfristig nur dann wirksam, wenn die Person nicht über geeignete Erholungsfähigkeiten verfügt“ (ebd., S.134)¹. In diesem Zusammenhang können Beeinträchtigungen im Erholungsprozess mit Anfälligkeiten gegenüber bestimmten Erkrankungen in Verbindung gebracht werden (Laux, 1983). Um den Einfluss von Nachtfluglärm auf psychische Reaktionsparameter in der vorliegenden Studie zu untersuchen, ist somit die Einbeziehung von Beanspruchungsindikatoren genauso bedeutsam wie die Erfassung von Erholungsparametern.

Vor diesem Hintergrund werden die psychologischen Konzepte der „Befindlichkeit“ sowie der „Beanspruchung“ und „Erholung“ operationalisiert und als psychologische ‚Outcome‘-Variablen aus der Auseinandersetzung des Organismus mit dem Stressor ‚Nachtfluglärm‘ in der vorliegenden Studie erhoben. Im Folgenden werden nun die Operationalisierungen der verschiedenen Konstrukte dargestellt.

5.3.1 Operationalisierung des Konzepts ‚Beanspruchung‘

Die Beanspruchungsforschung bezieht sich auf das Stressmodell von Janke (vgl. 1976, 1995), welches besagt, dass erst durch kognitive Bewertungsprozesse ein (physikalischer) Stressor zu einer psychischen Belastung wird². Nach einer Definition von Kallus (1995, S.11) wird „Psychische Belastung ... [verstanden] als die Gesamtheit der erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und auf ihn psychisch einwirken.“³ Psychische Beanspruchung ... [ist] die individuelle, zeitlich unmittelbare und nicht langfristige Auswirkung der psychischen Belastung im Menschen in Abhängigkeit von seinen individuellen

¹ An dieser Stelle ist noch zu ergänzen, dass alle Stresstheorien von der Balance eines Gleichgewichtes im Organismus ausgehen, welches durch externe und interne Bedingungen (Stressoren) gestört werden kann bzw. durch Anpassung auf einem anderen Niveau wiedererlangt werden muss. Im engen Zusammenhang dazu steht die Vorstellung von internen und externen Ressourcen, die sich erschöpfen aber auch auffüllen können.

² In der Rolle von kognitiven Bewertungsprozessen in diesem Modell liegt eine große Analogie zur transaktionalen Stresstheorie, weshalb auf eine nähere theoretische Ausführung verzichtet werden soll.

³ Rudow (1994) spricht von einer „Widerspiegelung“ der objektiven Belastung, wobei die dadurch entstehende psychische Belastung die Beanspruchungsreaktionen und –folgen beeinflusst. Nach Auffassung der Verfasserin der vorliegenden Arbeit handelt es sich bei dieser „Widerspiegelung“ um Appraisalprozesse, die in der transaktionalen Stresstheorie eine zentrale Rolle als Mediatoren spielen.

Voraussetzungen und seinem Zustand.“ Beanspruchung wird nach dieser Definition als relativ kurzfristige Auswirkung von Belastungen gesehen und kann als „Beanspruchungsgrad“ (ebd.) einer Person zu einem bestimmten Zeitpunkt und in einer bestimmten Situation erhoben werden. In Abgrenzung zur ‚Befindlichkeit‘ weist die ‚Beanspruchung‘ – gerade auch wegen ihres Wechselspiels mit ‚Erholung‘ – jedoch Prozesscharakter auf, kann also über einen bestimmten Zeitraum (von einem oder mehreren Tagen) retrospektiv und zusammenfassend eingeschätzt werden. Entsprechende Messinstrumente müssen dabei der Änderungssensitivität der ‚Beanspruchung‘ Rechnung tragen. Bei dem Konzept der ‚Psychischen Beanspruchung‘ handelt es sich um ein mehrdimensionales Konstrukt (Rudow, 1994), d.h. psychische Beanspruchungsindikatoren müssen auf verschiedenen Ebenen erfasst werden (Erlebens- und Verhaltensebene), in die verschiedene Dimensionen einfließen (intrapsychische, interindividuelle), wobei mentale, somatische und emotionale Bereiche einbezogen werden (Kallus, 1995).

Besondere Bedeutung für die Messung des Konstrukts der Beanspruchung kommt dem Ausgangszustand¹ zu, das heißt dem Beanspruchungsgrad, der vor Eintreten einer bestimmten Belastung erhoben wird (vgl. Kallus, 1992, Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994). Die Veränderung des Beanspruchungsgrades nach Einsetzen der Belastung rückt somit in den Mittelpunkt des Interesses. Für die vorliegende Untersuchung folgt daraus, dass Beanspruchungsdaten (das gilt natürlich auch für die physiologischen und leistungspsychologischen Reaktionsparameter) schon vor Beschallung mit Fluglärm erhoben werden müssen, wobei neben anderen Belastungen sicherlich auch die im Alltag erfahrene ‚Fluglärmvorbelastung‘ für den vor der Laborstudie erhobenen Ausgangszustand eine bedeutende Rolle spielen kann. Deshalb werden an 5 Tagen vor Beginn der Laborstudie bereits die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Fragebögen von den Versuchspersonen ausgefüllt. Diese Daten können dann auch mit den Erhebungen an 5 Tagen nach der

¹ Diese Bedeutung des Ausgangszustands betrifft nach dem Ausgangswertgesetz (Wilder, 1931, zit. nach Kallus, 1992) vor allem physiologische Parameter und ist besonders in intraindividuellen Untersuchungsplänen zu beachten. Ein „ausgeglichener Ausgangszustand“ ist „gekennzeichnet durch eine zufriedene/ neutrale emotionale Lage, körperliche Leistungsfähigkeit, Wachheit und uneingeschränkte Aufmerksamkeit sowie das Fehlen von Symptomen homöostatischer Dysregulation“ (Kallus, 1992, S.10).

Studie verglichen werden. Weiterhin wird innerhalb der Laborstudie nach einer Anpassungsnacht die zweite Nacht als Basisnacht betrachtet, auf die sich die nachfolgenden Messungen beziehen.

Eine Abhängigkeit des „Beanspruchungsgrades“ von einem früheren Messwert ist auch im Konzept der sukzessiven Belastung (Kallus, 1995, S.9) von Bedeutung: „...wenn die Belastungen stark, häufig oder längerfristig wirksam sind und subjektiv zu deutlicher Beeinträchtigung führen“, das heißt, es kommt auch dann zu einer Abhängigkeit der Messwerte von den vorangegangenen, wenn Effekte kumulieren. In der vorliegenden Studie wird dem Konzept der „Sukzessiven Belastung“ insofern Rechnung getragen, als die Versuchspersonen der Experimentalgruppe an 9 Nächten hintereinander mit unterschiedlichem ‚Fluglärm‘ beschallt werden und somit festgestellt werden kann, ob sich dadurch eine kumulierte Wirkung des nächtlichen Fluglärms auf die Stressindikatoren ergibt beziehungsweise, ob die Effekte über die nachfolgenden Ruhenächte hinweg andauern.

5.3.2 Operationalisierung des Konzepts ‚Erholung‘

In der Erholungsforschung gibt es noch keine umfassende Theorie, in der die Konstrukte ‚Erholung‘ bzw. ‚Erholungssituation‘ konzeptionalisiert wurden. Deshalb verweisen Wieland-Eckelmann und Baggen (1994) auf benachbarte Theorien und Konzepte, wobei ‚Erholung‘ als ein Prozess der „Selbstregulation“ und eine zielgerichtete Tätigkeit in die Nähe des Begriffes ‚emotionszentriertes Coping‘ aus der transaktionalen Stresstheorie der ‚Lazarus-Gruppe‘ wird (ebd.). Auf der Suche nach Indikatoren von Erholung beurteilen die Autoren nach der aktuellen Forschungslage eine subjektive Erhebungsmethode als am sinnvollsten. So werden Dimensionen von ‚Erholung‘ auch in der vorliegenden Arbeit durch den Einsatz eines Fragebogens erhoben (s. Kap. 8).

Eine allgemeine Definition von Kallus und Erdmann (1994, S.50) bezeichnet Erholung als ein „dynamisches, psychophysisches Geschehen ..., welches sowohl elementare biologische Regulationsprozesse auf unterschiedlichen physiologischen Ebenen als auch psychische Regelungs- und Steuerungsvorgänge umfasst bis hin zu komplexen Emotionen, Kognitionen, Handlungen und sozialen Interaktionen.“ Für die Konzeption der ‚Erholung‘ ergibt sich somit, dass es sich ebenfalls wie bei der ‚Beanspruchung‘ um einen Prozess handelt, der in mehreren Dimensi-

onen erfasst werden muss. Dabei steht ‚Erholung‘ in wechselseitiger Beziehung zur ‚Beanspruchung‘, das heißt, ein Erholungsvorgang setzt immer vorangegangene Belastungen und Beanspruchungen voraus beziehungsweise wirkt auf letztere wieder zurück (Allmer, 1994). Darüber hinaus handelt es sich um eine komplementäre Beziehung zwischen ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ (Löhr & Preiser, 1974, zit. n. Kallus, 1992; Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994), z.B. kann nach physischer Belastung eher körperliche Ruhe und nach geistiger Beanspruchung eher körperliche Bewegung erholsam sein.

Im Rahmen der weiter oben dargestellten Stresstheorien geht es beim Erholungsprozess um die Wiederherstellung von Ressourcen. Die ‚Erholung‘ kann somit ebenfalls wie ‚Beanspruchung‘ als ein relativ kurzfristiges Ergebnis aus der Auseinandersetzung mit Belastungen (Stressoren) und als Prozess über einen bestimmten Zeitraum eingeschätzt werden. Bei der ‚aktiven‘ Erholung spielen vor allen Dingen die individuelle Erholungsbereitschaft und -fähigkeit eine Rolle, das bedeutet, dass Erholung nicht nur ein passiver Vorgang (Ruhe) ist (Allmer, 1994), sondern als Resultat von Bewertungs- und Copingprozessen¹ auf der emotionalen und kognitiven Ebene sowie auf der Handlungsebene bewusst umgesetzt werden kann. Diesen Handlungsspielraum innerhalb verschiedener Bereiche der Erholung muss ein Messinstrument ebenfalls berücksichtigen; das bedeutet, es sollte auch Alltagsbereiche erfassen, in denen Menschen sich bewusst von vorangegangenen Belastungen und Beanspruchungen erholen. Für die vorliegende Untersuchung ist insbesondere der Bereich des ‚Erholsamen Nachtschlafes‘ in die Erhebung mit einzubeziehen, dem für die Erholung eine besondere Bedeutung zukommt (vgl. Lazarus & Folkman, 1991; Rudow, 1994).

5.3.3 Operationalisierung des psychologischen Konstrukts ‚Befindlichkeit‘

Das psychologische Konstrukt ‚Befindlichkeit‘ wird als ein Resultat aus der Interaktion von Person und Umwelt angesehen (nach Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1997) und stellt für Kallus (1992) einen mindestens gleichwertigen Indikator für kurzfristige Beanspruchungsreaktionen wie die physiologische Reaktionsvari-

¹ In diesem Zusammenhang weist Allmer (1994) auf die Rolle der Bedeutungszuschreibungen für die Beanspruchungs-Erholungs-Sequenz hin, die wichtiger als die ‚objektiven‘ Belastungsreize sei.

ablen dar. Befindlichkeit wird (ebd., S.4) definiert als der „aktuelle psychische Zustand eines Individuums“, der durch eine Befragung ins Bewusstsein gerückt werden kann. Bei der Befindlichkeit handelt es sich um einen Zustand von kurzer zeitlicher Stabilität (in Abgrenzung von Persönlichkeitsmerkmalen und Motiven). An ein Messinstrument stellt sich damit der Anspruch, dass es sehr änderungssensitiv sein muss und eine möglichst geringe Korrelationen mit Trait-Fragebögen aufweist.

Das Konstrukt ‚Befindlichkeit‘ wird auch gegenüber Emotionen abgegrenzt, da es im Gegensatz dazu nicht gerichtet ist auf ein bestimmtes Objekt und eine geringere Intensität aufweist (vgl. Stemmler, 1984; S.65). Dass die ‚Befindlichkeit‘ nicht „an spezifische, erlebnismäßig präsente Ursachen gebunden“ ist (ebd., S.4), stellt für den Einsatz dieser Variablen im Rahmen der vorliegenden Studie einen Vorteil dar: Der Einfluss von Nachtfluglärm kann unabhängig von einer bewussten Wahrnehmung – das heißt, auch wenn die Person nicht wach geworden ist – untersucht werden. Von Motiven lässt sich die Befindlichkeit darüber hinaus abgrenzen, dass mit ihr keine Intention verbunden ist.

Bezüglich der Dimensionalität des Konstrukts ‚Befindlichkeit‘ wurden schon von Wundt (zit. n. Otto., 1994) drei Dimensionen des „Gefühlslebens“ angenommen. Faktorenanalytisch konnte eine Drei-Faktoren-Lösung¹ auch belegt werden (Bond & Lader, 1974; Watson & Tellegen, 1985; Steyer et al., 1997).

Folgende drei bipolare Faktoren der ‚Befindlichkeit‘ wurden ermittelt:

- Wachheit versus Ermüdung
- Gehobene versus gedrückte Stimmungslage
- Ruhe versus Erregung

Die erste Dimension entspricht im weiteren Sinne der physiologischen Konzepte ‚Arousal‘ und ‚Aktivation‘ aus den klassischen biopsychologischen Forschungsansätzen. Ersteres wird von Pribram und McGuinness (1975) als phasische physiologische Reaktion, die von Regelkreisen in der Amygdala gesteuert wird, beschrieben. Letzteres wird als durch Regelkreise in den Basalganglien beein-

¹ Damit grenzt sich diese Konstruktion von klassischen eindimensionalen Aktivationsmodellen ab (Otto, 1994).

flusste tonische physiologische Reaktionsbereitschaft definiert. Beide Prozesse werden durch Regelkreise im Hippocampus koordiniert (ebd.) und durch das retikuläre System (ARAS) beeinflusst. Mit diesen physiologischen Konzepten werden Aktivitätszustände von ‚wach‘ bis ‚müde‘ beschrieben. Darüber hinaus kann in einer erweiterten Konzeption ‚psychische Ermüdung‘ als „kurz oder länger anhaltende Beeinträchtigung der psychologischen Leistungsfähigkeit“ angesehen werden, wobei sich die Personen als „erschöpft, schlapp, abgespannt“ bezeichnen (Rudow, 1994, S. 48).¹

Als weitere Dimension der ‚Befindlichkeit‘ wurde ein Stimmungsfaktor ermittelt, der jedoch von Gefühlen durch eine geringere Intensität und Nichtgerichtetheit auf ein Objekt abgegrenzt werden kann. Nach einer Definition nach Arnold, Eysenck und Meili (1993, S. 2222) wird „Stimmung [als] länger andauernder Gefühlszustand“ beschrieben und unterscheidet sich mit der Aktivität verschiedener Schaltkreise im Gehirn (Panksepp, 1982) somit von Gefühlen durch eine längere zeitliche Dimension. Als bipolares Konstrukt umfasst ‚Befindlichkeit‘ den Bereich von negativen bis zu positiven affektiven Tönungen und wird neurophysiologisch, vor allem des limbischen Systems in Verbindung gebracht. Dabei wird eine medierende Rolle von Appraisalprozessen angenommen (ebd).

Im transaktionalen Stressmodell werden Emotionen als wichtigste psychische ‚Outcome‘-Variablen resultierend aus Bewertungs- und Copingprozessen beschrieben (z.B. Folkman & Lazarus, 1988a / 1988b).² Durch die Nähe der Stimmungsdimension zu Emotionen kann somit ein geeigneter psychologischer Reaktionsparameter für die Auseinandersetzung mit dem Stressor ‚Nachtfluglärm‘ in der vorliegenden Studie eingesetzt werden, der theoretisch in biologischen und kognitiven Stressmodellen begründet ist.

Die dritte Dimension der ‚Befindlichkeit‘ ist ein Erregungsfaktor und kann alltags-sprachlich als ‚Nervosität‘ bezeichnet werden. Er umfasst die Pole ‚Innere Ruhe‘

¹ In der deutschen Sprache können mit dem Begriff ‚Müdigkeit‘ sowohl physische als auch psychische Zustände gemeint sein. Die englische oder französische Sprache bieten bessere Differenzierungen, wenn z.B. von ‚Fatigue‘ gesprochen wird und damit die Müdigkeit im physiologischen Sinne – also eine geringere neurophysiologische Aktivierung – gemeint ist. Folglich definieren Weeß et al. (1998) Müdigkeit als „Zustand der psychischen Erschöpfung“, Schläfrigkeit hingegen als „Grad der Wachheit“ und „zentralnervöse Aktivierung“.

² Das transaktionale Modell ist somit auch eine Theorie zur Emotionsgenese.

vs. ‚Innere Unruhe‘ (Steyer et al., 1997). Dieser Faktor kann mit einer „Übererregbarkeit“ des autonomen Nervensystems in Verbindung gebracht werden (Arnold, Eysenck & Meili, 1993), die durch eine eingeschränkte vegetativ-nervöse Regulation infolge einer erhöhten Belastung verursacht wird.

Für die vorliegende Studie ist diese dreidimensionale Struktur des psychologischen Konzepts ‚Befindlichkeit‘ von großem Vorteil, da nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Aussagen über die Wirkung von nächtlichem Fluglärm gemacht werden können, das heißt, es kann zusätzlich untersucht werden, ob sich Nachtfluglärm unterschiedlich auf die verschiedenen Dimensionen der Befindlichkeit auswirkt.

Durch die Nähe des Konstrukts ‚Befindlichkeit‘ zum Konstrukt ‚Wohlbefinden‘, das jedoch ein zeitlich ausgedehnteres psychologisches Konstrukt ist, besteht auch ein Zusammenhang mit Gesundheit / Krankheit (nach der WHO-Definition). Für Rudow (1994) stellt eine Beeinträchtigung der ‚Befindlichkeit‘ eine Vorstufe zur psychischen oder physischen Erkrankung dar.¹

5.4 Operationalisierung ausgewählter psycho-physiologischer Parameter

5.4.1 Operationalisierung der mentalen Leistungsfähigkeit

Neben den in dieser Studie über Fragebogendaten erfassten psychologischen Stressindikatoren wird als weitere psychologische Messgröße die kognitive Leistungsfähigkeit gemessen. Als Stressindikator werden „Leistungsschwankungen in der Informationsverarbeitung (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis)“ (Fehm-Wolfsdorf, 1994, S. 56) erhoben, die insofern als Ebene des Verhaltens der Stressreaktion bezeichnet werden. Für die STRAIN-Studien sind Einbußen der kognitiven Leistungsfähigkeit als Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm und den durch den Lärm hervorgerufenen Schlafstörungen zu bewerten.² Die leistungsre-

¹ In internationalen Klassifikationssystemen über psychische Erkrankungen wie dem ICD-10 oder dem DSM-IV werden z.B. zeitweilige oder überdauernde Veränderungen der Stimmung oder das Vorliegen von Erschöpfungszuständen als Kriterien für bestimmte psychologische Störungsbilder (z.B. von depressiven Erkrankungen) gewertet.

² Bei der Vielzahl der psychologischen Untersuchungen, die den Einfluss von Lärm auf die kognitive Leistungsfähigkeit untersuchen, sind deshalb nur die Studien relevant, die sich mit den Nacheffekten beschäftigen.

duzierende Auswirkung von Schlafstörungen und Schlafmangel wird in der Leistungsforschung überwiegend durch eine Reduzierung der Aktivierung (Arousal) erklärt (vgl. Hockey & Hamilton, 1983; Lamond & Dawson, 1999), wobei diese Auswirkungen aufgabenspezifisch sind¹.

In einer bedeutenden Studie von Glass und Singer (1972b) wiesen die Autoren nach, dass Nacheffekte infolge von Lärm erst bei Unkontrollierbarkeit und Unvorhersagbarkeit des Stressors auftreten.² Also nicht der Lärm per se, sondern erst die Mediation durch kognitive Prozesse führt folglich zu Nacheffekten, beispielsweise in Form von einer Einschränkung des Leistungsverhaltens, aber auch des sozialen Verhaltens (vgl. auch Cohen, 1980; Overmier, 1988). Diese Erkenntnis muss bei der Versuchsplanung der vorliegenden Studie berücksichtigt werden (s. Kap. 7).

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Beziehung zwischen Lärm und der Leistungsfähigkeit wird darin gesehen, dass Lärm die Motivation verringern kann, die wiederum eine wichtige Funktion als Moderator- beziehungsweise Mediatorvariable für die kognitive Leistungsfähigkeit besitzt (Smith & Jones, 1992).

Die kognitive Leistungsfähigkeit wird in den STRAIN-Studien anhand der Resultate von bestimmten kognitiven Aufgaben einer computergestützten Testbatterie operationalisiert. Die folgenden Aufgaben sind aus der AGARD-STRES-Batterie (Advisory Group for Aerospace Research and Development, 1989; Santucci et al., 1989)³ entnommen:

¹ Leider würde eine ausführliche Darstellung des interessanten und sehr umfangreichen Gebietes der kognitiven Leistungsfähigkeit und seiner konträren Forschungslage über die Beziehung zu Lärm und Schlafdeprivation, z.B. die Diskussion über die Yerkes-Dodson-Regel, bzw. über die Ein- oder Mehrdimensionalität des Arousal-Konzepts (vgl. Hockey & Hamilton, 1983; Galley & Boldt, 1985; Smith & Jones, 1992; Galley, 1998), den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Einen guten Überblick geben die Arbeiten von Nitsch (1981a), Hockey und Hamilton (1983), Cohen (1990) und Jones und Smith (1992).

² In diesem Zusammenhang werden psychologische Konzepte wie "Adaptive-Cost Hypothesis", „Gelernte Hilflosigkeit“ oder "Frustration-Mood Hypothesis" zur Erklärung herangezogen. Auch die Bedeutung von Appraisal- und Copingprozessen für die Nacheffekte von Lärm wird im Rahmen von kognitiven Stressmodellen hervorgehoben (Cohen, 1980).

³ AGARD ist eine im Auftrag der NATO von Psychologen entwickelte computergestützte Testbatterie, die verschiedene Aspekte der kognitiven Leistungsfähigkeit prüft. AGARD wurde vornehmlich zur Auswahldiagnostik von Pilotinnen und Piloten entwickelt. Für die STRAIN -Studien hat dieses Verfahren gegenüber den üblichen psychodiagnostischen Leistungsverfahren im klinischen Bereich den Vorteil, dass es einen höheren Schwierigkeitsgrad besitzt und somit evt. Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm sensibler erfasst werden können.

- Memory Search Task (MST 4 und MST 6): Mit diesen Aufgaben wird die Merkfähigkeit als Funktion des Arbeitsgedächtnisses erfasst, wobei darüber hinaus auch die Aufmerksamkeit eine Rolle spielt. Der Versuchsperson wird eine Reihe mit 4 beziehungsweise 6 Buchstaben gezeigt, die sie sich einprägen soll. Anschließend erscheint eine Folge einzelner Buchstaben. Die Versuchsperson entscheidet jeweils mit bestimmten Antworttasten, ob dieser Buchstabe in der vorherigen Reihe enthalten war oder nicht. MST 4 und MST 6 dauern jeweils drei Minuten. Als Resultate werden die mittlere Reaktionszeit und die Fehlerprozentage (positive und negative) erfasst.¹
- Unstable Tracking Task (UTT): Bei dieser Aufgabe werden feinmotorische Komponenten der kognitiven Leistungsfähigkeit (Koordination von Auge und Hand) sowie die Aufmerksamkeit erfasst. Die Versuchsperson hat die Aufgabe, mittels eines Joysticks einen Balken, der zufällig zu beiden Seiten ausgelenkt wird, in der Mitte von zwei Zielgeraden zu halten. Diese Aufgabe dauert ebenfalls drei Minuten. Als Operationalisierung der Leistungsfähigkeit dient der mittlere Auslenkungsabstand sowie die Häufigkeit, wie oft der Balken die seitlichen Ränder erreicht hat (d.h. nicht mehr ‚eingefangen‘ werden konnte).

Als weitere Komponente der Testbatterie dient ein Reaktionszeittest von Dinges & Powell (1985):

- Single Reaction Task (SRT): In der Bildschirmmitte wird in zufälligen Zeitabständen ein Reiz (in Form einer hochlaufenden Stoppuhr) angeboten, auf den die Versuchsperson so schnell wie möglich reagieren soll. Dieser Test misst die Aufmerksamkeit und Wachsamkeit (attention und alertness) und soll auch sensitiv für die Erfassung von Mikroschlaf sein (ebd.). Die Dauer von 10 Minuten ist für die Erfassung der Vigilanz noch zu kurz (Tests von ca. 30 Min.).

¹ Nach Sternberg (1966) besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den mittleren Reaktionszeiten und der Anzahl der Buchstaben.

Da der Test relativ monoton für die Versuchspersonen ist, spielt die Motivation auch eine besondere Rolle¹. Als Ergebnis wird die mittlere Reaktionszeit und die Standardabweichung erfasst.

Die Reihenfolge der einzelnen Tests wird über die Versuchspersonen hinweg variiert, um Sequenzeffekte auszuschließen. Um bei Veränderungen der Leistungsfähigkeit auf die Auswirkungen des nächtlichen Fluglärms beziehungsweise auf die durch ihn verursachten Schlafstörungen schließen zu können, muss ein Trainingseffekt ausgeschlossen werden. Daher werden die Versuchspersonen vor Studienbeginn bis zu ihrem individuellen Leistungsoptimum trainiert (ca. 40 Durchläufe der Testbatterie).

Für Dingess (1992) sind einfache Kurzzeit-Tests wie die oben beschriebenen geeignet, sensitiv Einflüsse von geringer Schlafdeprivation nachweisen. Als Indikatoren für Einbußen der Leistungsfähigkeit werden eine Steigerung der Reaktionszeit, eine erhöhte Streuung (die Leistung wird ungleichmäßiger) und eine Zunahme von fehlerhaften Reaktionen und von Aussetzern (lapses) gewertet, wobei die Erhöhung der Reaktionszeit als besonders sensibler Indikator für Effekte von Schlafstörungen gilt (ebd.). Da die Leistungsfähigkeit circadianen Einflüssen unterliegt (ebd.), müssen die Tests täglich zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt werden.

Für die vorliegende Untersuchung wird nur der Zusammenhang zwischen den psychischen Stressindikatoren ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ und den Leistungsparametern – die beide psychische Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm darstellen– untersucht.²

¹ Dingess (1992) weist auf die zunehmende Bedeutung von Situations- und Personenfaktoren bei steigendem Schlafmangel hin, zum Beispiel, dass die Motivation besonders bei monotonen Aufgaben verringert sein kann.

² Wie für die physiologischen Parameter auch sollen die Effekte von Nachtfluglärm auf die kognitive Leistungsfähigkeit in anderen Veröffentlichungen aufgeführt werden. Dabei werden auch Zusammenhänge zwischen den Leistungsdaten am Morgen und der Gehirnaktivität (im EEG) erkundet (vgl. Manzey, 1998).

5.4.2 Operationalisierung der subjektiven und quantitativen Schlafparameter

Bei der Untersuchung der Wirkungen des ‚Nachtfluglärms‘ spielt eine eventuelle Beeinträchtigung des Schlafes eine zentrale Rolle. Grundlage einer Operationalisierung von quantitativen Schlafparametern ist die polysomnographische Aufzeichnung (Elektroenzephalogramm – EEG, Elektrooculogramm – EOG und Elektromyogramm – EMG) über die gesamte Untersuchungsnacht.¹ Anhand dieser Daten kann eine Unterteilung des Schlafes in verschiedene Schlafstadien (Rechtschaffen et al., 1968)² vorgenommen werden:

Der entspannte Wachzustand zeichnet sich durch Alpha-Wellen (8 – 12,9 Hz) im EEG und einem hohen Muskeltonus aus, im angespannten Wachzustand liegen im EEG vorwiegend Beta-Wellen (13-30 Hz) vor. Im Schlafstadium 1 treten im EEG scharfe Vertex-Wellen auf, der Muskeltonus ist immer noch relativ hoch. Das Schlafstadium 2 ist durch das Auftreten von sogenannten Schlafspindeln und K-Komplexen gekennzeichnet. Beide Schlafstadien werden als ‚leichter Schlaf‘ (vorwiegend Theta-Wellen im EEG: 4-7,9 Hz) zusammengefasst. Die Schlafstadien 3 und 4 werden aufgrund der Zunahme von Wellen geringerer Frequenz (Delta-Wellen: 0,5-3,9Hz) als ‚slow wave sleep‘ (SWS) beziehungsweise als Tiefschlaf benannt, der ungefähr 20% des Gesamtschlafes ausmacht. Der Muskeltonus nimmt von Stadium 1 bis Stadium 4 ab. Alle benannten Schlafstadien werden auch als NREM-Schlaf bezeichnet, wobei die Stadien mit zunehmender Schlaftiefe aufeinanderfolgen. Der NREM-Schlaf wechselt sich in der Nacht zyklisch mit dazwischen liegendem REM-Schlaf-Phasen ab (4-6 Zyklen von etwa 90 Minuten pro Nacht). Der REM-Schlaf (oder Traumschlaf) ist durch schnelle Augenbewegungen und einem gegenüber allen anderen Phasen deutlich verringerten Muskeltonus gekennzeichnet. Diese sogenannte Schlafarchitektur ist stark abhängig vom Alter,

¹ Auf eine ausführliche Erläuterung der polysomnographischen Methoden sowie der daraus resultierenden Schlafstadien-Analyse soll aus ökonomischen Gründen verzichtet werden (vgl. Griefahn, 1990b, 2ff.; Becker-Carus, 1981, S. 121), da die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Fluglärm und Schlaf in anderen Arbeiten im Rahmen des STRAIN -Projektes im Mittelpunkt steht.

² Ein Zitat der beiden Autoren fasst die Bedeutung von EEG und EOG folgendermaßen zusammen: „Sleep or wakefulness is mainly defined by electroencephalographic (EEG) and electrooculographic (EOG) parameters“ (zit. n. Akerstedt, Torsvall & Gillberg, 1985).

was unter anderem die Bedeutung dieser Variablen als Moderatorvariable für diese Studie begründet (s. Kap. 6.3.1).

Anhand der polysomnographischen Daten kann ein Anstieg der Aktivierung festgestellt werden (in STRAIN wird deshalb eine ereigniskorreliert¹ Aufzeichnung mit den Fluglärmereignissen durchgeführt). Dabei spielen drei Funktionen des Aktivierungszentrums im Hirnstamm eine wichtige Rolle (Becker-Carus, 1991, S.121):

- Die Generierung des phasischen (kurz andauernden) Arousals² sowie des tonischen (langandauernden) Wachzustands
- Die Steuerung der Aufmerksamkeit (Orientierungsreaktion)
- Die Kontrolle der Muskulatur und der motorischen Reflexe

Diese auch durch Lärm induzierten Arousals führen zu einem Wechsel von einem tieferen zu einem leichteren Schlafstadium und können auch Aufwachreaktionen initiieren.³

Bei dieser Aktivierung spielt die Adaptation oder die Habituation an den Reiz (z.B. an nächtlichen Fluglärm) eine Rolle, die ungefähr bei 10-30 Wiederholungen des gleichen Reizes auftreten soll (ebd., S.127).

Hervorgehend aus den oben beschriebenen Erläuterungen zur polysomnographischen Schlafanalyse sind für die vorliegende Studie folgende quantitative Schlafparameter, deren Veränderung durch Lärm schon belegt wurde, (vgl. Lang, 1983, S.3), von Bedeutung:

- Einschlaf latenz (SOL – sleep onset latency): die Zeitspanne, von Beginn der polysomnographischen Aufzeichnung bis zum ersten Auftreten von Stadium 1.

¹ Durch sensorische Reize kommt es zu Potentialschwankungen im EEG, die als Erregungskorrelate dieser Reize bezeichnet werden können. Bei dieser Messung ist die exakte zeitliche Abgleichung von Ereignis und den polysomnographischen Aufzeichnungen Voraussetzung.

² Die sogenannten ‚microarousals‘ werden bei Pribram & McGuiness (1975) als „brief transient events that occur during normal sleep in humans and with increased frequency in disordered sleep“ beschrieben.

³ Den Aufzeichnungen des EOG kommt bei der Bestimmung dieser Arousals eine besondere Bedeutung zu: „...increased activating eye movements in the EOG indicate strongly reduced wakefulness and intrusion of sleep“ (Akerstedt et al., 1985, S.2).

- Gesamtschlafdauer (TST – total sleep time): Zeitspanne vom ersten Auftreten von Schlafstadium 1 bis zum dauerhaften Erwachen am Morgen.
- Aufwachreaktionen (bezogen auf TST): über die polysomnographische Aufzeichnung identifizierte Arousal-Reaktionen, die zu einem (mehr oder weniger kurzfristigen) Wachzustand führen: a) Mikroarousal: 1 Epoche = 30 Sekunden) über 4 Minuten

Neben diesen quantitativen Schlafparametern ist auch die ‚subjektive‘ Einschätzung des Schlafes durch die Betroffenen wichtig. Durch die rückwirkende Bewertung am Morgen werden nach Auffassung von Kawada (1995) eher „Sekundäre Lärmefekte“ erfasst, die unter Umständen bessere Indikatoren für Lärmefekte sind als die oben beschriebenen ‚objektiven‘ Schlafparameter (ebd.). Für die vorliegende Studie ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung, dass sich eventuell nur die bewusst erlebten Beeinträchtigungen des Schlafes durch den Fluglärm in den psychischen Parametern – wie beispielsweise der Belästigung – niederschlagen und die untersuchten Reaktionsvariablen ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ determinieren. Folgende ‚subjektive‘ Schlafparameter werden von den Versuchspersonen jeden Morgen eingeschätzt:

- Ausmaß der Schlafqualität
- Häufigkeit des Aufwachens durch Fluglärm

Die Operationalisierungen von quantitativen und qualitativen Schlafmaßen gehen als gleichwertige Parameter in die vorliegende Arbeit ein.

5.4.3 Operationalisierung der endokrinologischen Parameter

Wie bereits im Rahmen der biologischen Stresstheorien dargestellt wurde (Kap. 5.1), gehört die Sekretion bestimmter Hormone zur physiologischen Antwort auf Stressoren. Nach Ansicht der modernen Biopsychologie wird eine endokrine Stressreaktion nicht mehr als ‚unspezifische‘ Antwort – wie von Selye (1946) postuliert – gewertet, sondern als durch psychologische Moderatoren (z.B. durch die Unkontrollierbarkeit und Unvorhersagbarkeit von Stressoren) beeinflussbar aufgefasst.

Im Rahmen dieser Untersuchung interessiert der Zusammenhang zwischen der Ausschüttung dieser sogenannten Stresshormone und den verwendeten psychologischen Stressindikatoren. Eine wechselseitige Beziehung zwischen dem endokrinen System und dem Verhalten und Erleben wird dadurch verdeutlicht, dass nach den Erkenntnissen der modernen Biopsychologie „zu den Zielorganen für Hormone auch das ZNS zu rechnen ist“ (Fehm-Wolfsdorf, 1994).¹ Neben den sonstigen Funktionen des endokrinen Systems – auf die hier nicht weiter eingegangen wird – gehört auch eine „angemessene Beantwortung“ (ebd.) von Stressoren, wozu auch psychologischer Stress zählt. Damit kann eine Sekretion von Stresshormonen infolge von nächtlichem Fluglärm auch über psychologische Mediatoren (z.B. Belästigung) beeinflusst sein.² Schon Mason (1968, zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994) hatte die Erkenntnis, „that psychological factors play a major role in pituitary-adrenalcortical regulation“, sie wurde jedoch in späteren Forschungen nicht mehr beachtet (ebd.).

Der Hormonstatus kann auf verschiedene Weise bestimmt werden. Einmal kann er als kurzfristige Reaktion auf Stressoren über die Bestimmung im Blutserum oder im Speichel erfasst werden. Anhand dieser Bestimmungsmethoden wäre eine ereigniskorrelierte Messung nach den jeweiligen Fluglärmereignissen möglich. Dagegen spricht jedoch, dass durch häufige Blutentnahmen beziehungsweise durch Speichelproben während der Nacht über die Wirkung des nächtlichen Fluglärms neben diesen wahrscheinlich massiveren Stressoren keine Aussage mehr gemacht werden kann. Deshalb bleibt als weitere Möglichkeit, die endokrinologischen Parameter im nächtlichen Sammelurin über einen Zeitraum von 8 Stunden zu erheben. Der so ermittelte Hormonstatus am Morgen kann somit auch als ein Nacheffekt von nächtlichem Fluglärm gewertet werden. Wegen des circadianen und ultradianen Verlaufs der Hormonsekretion (generell besteht ein Sekretionsmaximum von Cortisol am frühen Morgen) können nur die immer zur gleichen Zeit gemessenen Werte verglichen werden. Bei Frauen besteht darüber hinaus noch

¹ Cools (1988) begründet den Zusammenhang zwischen Psyche und Hormonsekretion neurologisch über die Beziehung von corticalen und limbischen Strukturen (Amygdala und Hippocampus)

² Fehm-Wolfsdorf (1994) hält es nach Erkenntnissen aus verschiedenen Studien für wahrscheinlich, „dass kognitive Einschätzungen einer stresshaften Transaktion sensu Lazarus (1977) auch auf einer Ebene stattfinden können, die sich der bewussten Wahrnehmung entzieht“ (S.12).

eine zyklusabhängige endokrine Sekretion, so dass auch deren „Status im Zyklus“ erfasst werden muss (Fehm-Wolfsdorf, 1994).

In der vorliegenden Studie spielen die Morgenwerte des Hormonstatus eine besondere Rolle, da nachgewiesen wurde, dass die Cortisolausschüttung sofort nach Beendigung der belastenden Bedingung (in dieser Studie also nach einer Fluglärmnacht) am höchsten ist (ebd.). Für einen erhöhte Cortisolspiegel wird auch eine Beeinträchtigung des Nachtschlafes verantwortlich gemacht (erhöhte Einschlaf latenz, selektiver Schlafentzug). Für die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen psychischen und endokrinologischen Stressparametern werden daher „Stresshormone“, bei denen ein Zusammenhang mit psychischen Reaktionen wahrscheinlich ist, in diese Arbeit einbezogen werden:

- Catecholamine (Adrenalin und Noradrenalin)
- Cortisol

Für diese „Stresshormone“ wird ein Zusammenhang mit Coping und Abwehrmechanismen angenommen (Ursin & Olf, 1993). Dabei soll die Sekretion von Catecholaminen als kurzfristige, die von Cortisol als spätere Reaktion auf eine Stressoreinwirkung auftreten. Durch die psychische Vermittlung der Hormonausschüttung wird auch eine Wirkung auf das Immunsystem angenommen (ebd., vgl. auch Ballieux & Heijnen, 1988; Ader et al., 1991), so dass ein Bezug zu Gesundheit beziehungsweise Krankheit gegeben ist. Dabei dient die Hormonsekretion nach Erkenntnissen der modernen biopsychologischen Forschung jedoch zunächst – wie schon erwähnt (Kap. 5.1.) – einer Regulation der „primären Abwehrreaktionen“ auf den Stressor (Fehm-Wolfsdorf, 1994) und wirkt erst bei längerer Stressoreinwirkung maladaptiv. Die Auswahl der endokrinologischen Parameter stellt eine Begrenzung dar, da die Regulation der Stressreaktion viel komplexer ist und bisher nicht intensiv erkundet wurde (ebd.).¹

¹ Vogt (1985, S.308) spricht z.B. von einer Wechselbeziehung zwischen Hormonen des adrenergen Cortex und Catecholaminen der Medulla.

5.5 Formulierung eines Modells der psychischen und physiologischen Wirkungen von Nachtfluglärm

Nachdem die einzelnen für diese Arbeit relevanten theoretischen Konzepte und die Operationalisierungen der psychologischen Reaktionsvariablen aufgeführt wurden, wird an dieser Stelle nun aus den theoretischen und empirischen Erkenntnissen ein Modell konstruiert, in dem zunächst ein Zusammenhang zwischen Nachtfluglärm und verschiedenen psychologischen und physiologischen Parametern sowie die Rolle von Moderator- und Mediatorvariablen postuliert wird und dieser dann im empirischen Teil dieser Studie einer Prüfung unterzogen wird. Damit wird auch folgende Prämisse von Wieland-Eckelmann und Baggen (1994) berücksichtigt: „Konstrukte wie Ressourcen, Beanspruchung und Erholung werden ihrer theoretischen und insbesondere praktischen Rolle nur dann gerecht, wenn sie über ihre isolierte Betrachtung hinaus auch in einen Zusammenhang gestellt werden“ (S.146).

Das Stressmodell über die Wirkungen von Nachtfluglärm dient zum einen dazu, den Untersuchungsansatz für diese Studie übersichtlich darzustellen, indem die relevanten Variablengruppen (Faktoren, Moderatoren, Mediatoren sowie abhängige Variablen) und ihre Beziehungen untereinander aufgezeigt werden. Dabei werden alle in der STRAIN-Studie gemessenen Indikatorvariablen benannt. Die vorliegende Arbeit fokussiert jedoch die Wirkung von ‚Nachtfluglärm‘ auf die psychologischen Reaktionsvariablen ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ unter Moderation von Personenmerkmalen und Mediation durch intrapsychische Bewertungsprozesse. Zum anderen dient das Modell der Ableitung der für diese Untersuchung relevanten Fragestellungen und Hypothesen. In der nachfolgenden Abbildung wird das Modell graphisch dargestellt und im anschließenden Textteil erläutert:

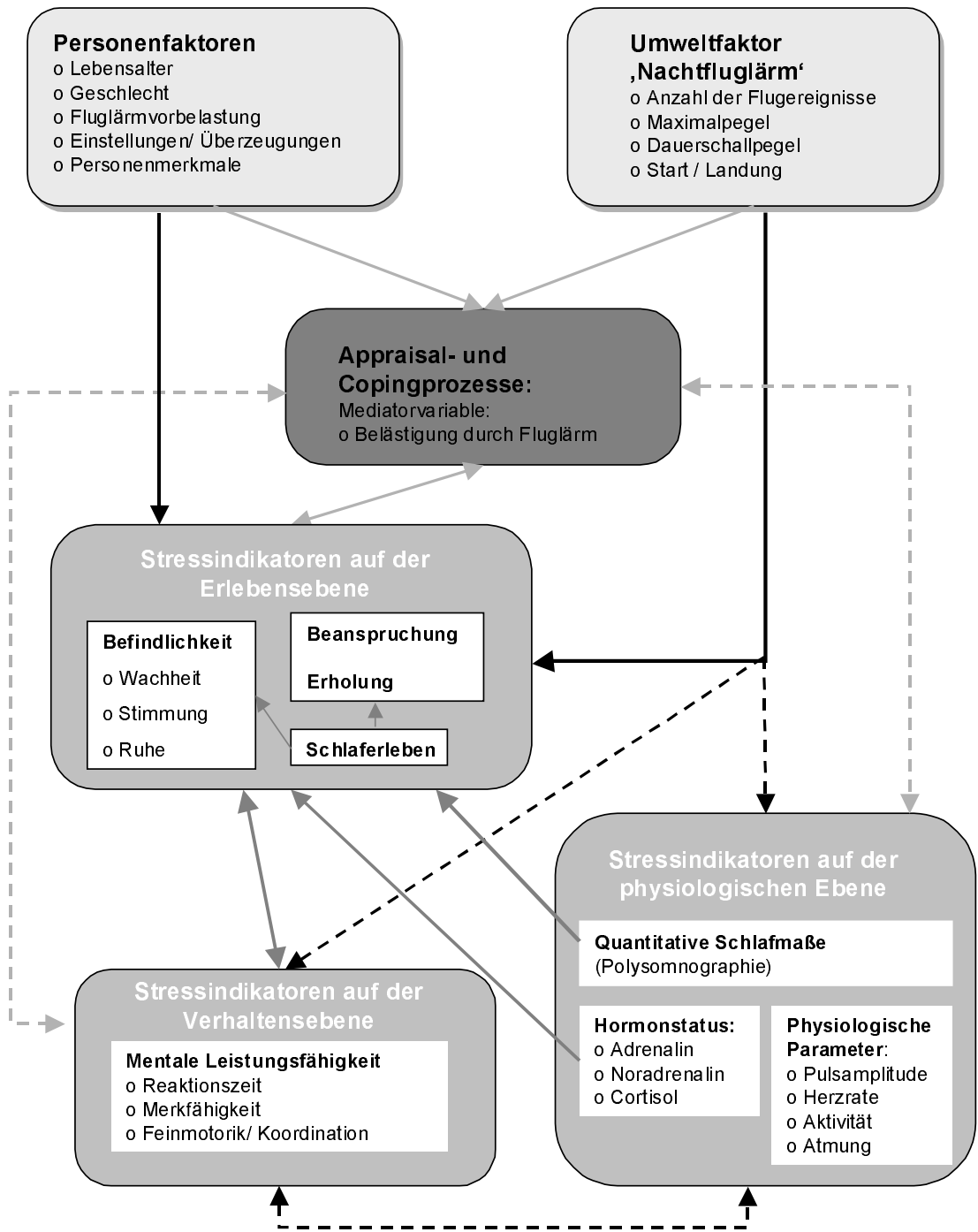


Abbildung 2: Stressmodell über die psychologischen und physiologischen Wirkungen von Nachtfluglärm

Das Modell über den Einfluss von ‚Nachtfluglärm‘ auf die verschiedenen Ebenen von Stressindikatoren bezieht in Anlehnung an das transaktionale Stressmodell der ‚Lazarus-Gruppe‘ Personenfaktoren ein, um deren Rolle als Moderatoren¹ der Reaktionen des Stressors ‚Nachtfluglärm‘ auf die Beanspruchungs- und Erholungsparameter zu untersuchen. Für diese Studie werden die Personenfaktoren Lebensalter, Geschlecht, eingeschätzte Vorbelastung durch Fluglärm, Einstellung gegenüber der Lärmquelle, die ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘² sowie einige relevante Persönlichkeitsmerkmale (s. Kap. 6.2) berücksichtigt. Als Umweltfaktoren werden verschiedene Operationalisierungen der Variablen ‚Nachtfluglärm‘, die als unabhängige Variablen in die Untersuchung eingehen, verwendet. Dabei fungieren die Häufigkeit der Flugereignisse, der Maximalpegel sowie der äquivalente Dauerschallpegel als Lärmmaße, wobei zusätzlich zwischen Geräuschen von startenden und landenden Flugzeugen unterschieden wird.

Auf die Berücksichtigung anderer Umweltfaktoren (wie z.B. soziale Faktoren, Wohndauer, Merkmale der Umgebung) wird in dieser Laborstudie verzichtet. Diese müssten jedoch im Rahmen der in der STRAIN-Studie noch durchzuführenden Felduntersuchungen einbezogen werden.

Die zu untersuchenden Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen werden durch Pfeile dargestellt, wobei die theoretisch begründbaren Ursache-Wirkungs-Beziehungen durch gerichtete Pfeile und die angenommenen Wechselbeziehungen durch Doppelpfeile gekennzeichnet sind. Die in der vorliegenden Studie nicht untersuchten Zusammenhänge³ sind durch gestrichelte Pfeile gekennzeichnet.

Nach den klassischen biologischen Stresstheorien wird der Einfluss des Stressors auf die Stressreaktionen ohne die Berücksichtigung vermittelnder psychologischer Prozesse erkundet – im Modell ist dieser Ansatz durch die direkten Beziehungen

¹ Moderatoren sind antezedente Bedingungen, die neben den experimentell variierten unabhängigen Variablen – in dieser Studie der Fluglärm – ebenfalls auf die abhängigen Variablen (hier die psychischen Nacheffekte) einwirken.

² Durch diese Variable wird der Bedeutung von Kontrollüberzeugungen im Rahmen von kognitiven Modellen Rechnung getragen (Vgl. Heckhausen, 1989; Herkner, 1991). Ihre Ausprägung wird als Antwort auf die Frage: „Wie groß sind Ihrer Meinung nach insgesamt die Chancen, erfolgreich etwas gegen Fluglärm zu unternehmen?“ auf einer 5-stufigen Likert-Skala erfasst.

³ An dieser Stelle soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der vorliegenden Arbeit um ein Teilprojekt der STRAIN -Studien handelt (vgl. Abschnitt 3.1.). In anderen noch ausstehenden Veröffentlichungen wird die Fluglärmwirkung u.a. auf Leistungsparameter und physiologische Messgrößen behandelt.

zwischen Fluglärmmäßen und physiologischen und psychologischen Reaktionsvariablen dargestellt (schwarze Pfeile). Diese Ursache-Wirkungs-Beziehungen werden im empirischen Teil auch untersucht. Jedoch ist es gerade für eine psychologische Studie wichtig, vermittelnde psychische Prozesse einzubeziehen und somit nach der kognitiven Stresstheorie der ‚Lazarus-Gruppe‘ Bewertungs- und Copingprozesse als Mediatoren¹ einzuführen, die sich aus der Wechselwirkung von Personen- und Umweltfaktoren ergeben. Dabei werden Bewertungsprozesse in dieser Untersuchung über die in der psychologischen Lärmwirkungsforschung zentralen Variable ‚Belästigung‘ durch den Fluglärm der vergangenen Nacht gemessen (s. Kap. 8). Die Einordnung dieser Variablen als Bewertung bezieht sich auf die kognitiven Aspekte des Konstruktes ‚Belästigung‘ (vgl. Guski, 2001). Die emotionalen Aspekte von ‚Belästigung‘ weisen auf die Vorrangigkeit von emotionszentrierten Copingstrategien hin. Da es sich darüber hinaus bei der Variablen ‚Fluglärm‘ gerade in der Laborsituation um einen nicht zu beeinflussenden Stressor handelt, spielen problem-fokussierte Strategien nur eine marginale Rolle² (z.B. können Fenster nicht geschlossen werden, um den Fluglärm zu vermeiden). Auf die Erhebung von Coping-Strategien wird in der vorliegenden Studie deshalb verzichtet.

In dieser Untersuchung stehen psychologische Indikatoren von Beanspruchung durch Nachtfluglärm, die über Selbsteinschätzungen erfasst werden, im Mittelpunkt. Wie im Modell ersichtlich ist, wird neben der Untersuchung des direkten Einflusses von ‚Fluglärm‘ insbesondere die Wirkung durch die Vermittlung der Bewertungsprozesse unter Einbeziehung der Personenmerkmale als Moderatoren untersucht. Die Beziehung zwischen den mediiierenden Prozessen und den verschiedenen Stressindikatoren werden der kognitiven Stresstheorie entsprechend als bidirektional angenommen, da eine Wechselwirkung über Reappraisal-Prozesse besteht (in der Abbildung als graue Doppelpfeile).

Der über die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der klassischen Stressmodelle hinausgehende kognitive Forschungsansatz hat den Vorteil, dass individuelle Un-

¹ Mediatoren entstehen im Prozess der Wirkung von unabhängigen (UVn) auf abhängige Variablen (AVn) und modifizieren diesen Effekt (z.B. psychische Bewertungsprozesse – ‚appraisals‘ - in der kognitiven Stresstheorie der ‚Lazarus-Gruppe‘).

² Vgl. Janke (1985), zit. nach Wieland-Eckelmann und Baggen (1994, S.48).

terschiede in der Reaktion auf den Stressor ‚Nachtfluglärm‘, sowie der Einfluss von psychischen Mediatoren – vor allem wegen der emotionalen Relevanz der ‚Fluglärm-Thematik‘ für die Betroffenen – berücksichtigt werden können.

Die Konstrukte ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ stehen als psychologische Reaktionsvariablen auch in Beziehung zueinander. So dient die Erholung nach Wieland-Eckelmann und Baggen (1994) unter anderem der ‚Befindensregulation‘. Auch Beanspruchung und Erholung verhalten sich komplementär zueinander (Allmer, 1994). Aus Gründen der Übersichtlichkeit der vorliegenden Arbeit sowie aufgrund der Betrachtung der eingesetzten psychologischen Reaktionsgrößen als Beanspruchungsindikatoren auf verschiedenen zeitlichen Ebenen (‚Befindlichkeit‘ als kurzfristige Reaktion, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ als Prozesse über einen Tag), wird darauf verzichtet, die Interaktionen zwischen diesen Parametern zu erkunden.

Die im Modell postulierten Wechselwirkungen zwischen den psychologischen Reaktionsvariablen und den Leistungsparametern sowie dem physiologischen Stressindikator ‚Hormonstatus‘ werden in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, da es sich bei diesen Größen ebenfalls um ‚Nacheffekte‘ von ‚Nachtfluglärm‘ handelt und ein Vergleich von sogenannten ‚objektiven‘ und ‚subjektiven‘ Stressindikatoren ein Erkenntnisgewinn für die Fluglärmforschung darstellt.

Auf die Untersuchung der Zusammenhänge der psychologischen Beanspruchungsindikatoren mit während der Nacht kontinuierlich gemessenen physiologischen Parametern (Fingerpulsamplitude, Aktivität, Herzrate etc.) wird verzichtet, da es sich um eine andere zeitliche Messebene handelt (unmittelbare Effekte vs. Nacheffekte von Fluglärm), aber auch um den Rahmen dieser Untersuchung nicht zu sprengen. Die Beziehungen zwischen den psychologischen Messparametern und den Beurteilungen des Schlafes durch die Versuchspersonen sowie den quantitativen Schlafmaßen (Berechnungen bestimmter Kennwerte resultierend aus der Schlafstadien-Analyse) sind von besonderer Bedeutung, insofern eine Beeinträchtigung des Nachtschlafes per se als Stressor wirken kann (Lazarus et al., 1985, S.777). Infolgedessen kann die durch Fluglärm hervorgeru-

fene Schlafstörung auch als sekundärer Stressor (vgl. Dinges, 2001)¹ aufgefasst werden (dieser Zusammenhang wird im Modell als grauer Doppelpfeil angezeigt). Diese Annahme wird im Modell berücksichtigt, indem ein Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen den Beeinträchtigungen des Nachtschlafes (auf der Körper- und der Erlebensebene gemessen) und den psychischen Reaktionsvariablen postuliert wird, der empirisch geprüft werden kann (einseitiger Pfeil). Durch den Vergleich Beziehung zu Schlafparametern beider Ebenen kann darüber hinaus die interessante Frage beleuchtet werden, ob Schlafstörungen erst bewusst erlebt werden müssen, um zu Beeinträchtigung von Befindlichkeit und Erholung sowie der Erhöhung von Beanspruchung zu führen.

¹ Die Bedeutung auch von kurzzeitigen Beeinträchtigungen des Schlafes für die Stressreaktion kann aus folgendem Zitat von Dinges (2001, S.31) gefolgert werden: "There is considerable evidence that the primary disruptive effects of sleep deprivation, especially short-term sleep deprivation, are on homeostatic maintenance and anabolic functions of the brain".

6 Fragestellungen der Untersuchung

6.1 Allgemeine Fragestellungen

In dieser Arbeit wird der Frage nachgegangen, ob es Hinweise für die Auswirkungen von Nachtfluglärm auf psychologische Stressindikationen gibt. Damit verbunden ist die empirische Bewährung einiger aus dem Modell der psychischen und psychischen Effekte von ‚Nachtfluglärm‘ (Kap. 5) abgeleiteter Zusammenhänge. Für diese Überprüfung werden einmal die direkten Beziehungen zwischen den Fluglärmparametern und den psychischen Stressindikationen ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ untersucht. Aufgrund der relativ kurzen Dauer der Laborstudie – bei der noch keine dauerhafte Stressbelastung angenommen werden kann – werden allerdings nur kleine Effekte erwartet. Durch die Einbeziehung von theoretisch begründeten und empirisch relevanten Moderator- und Mediatorvariablen, wird eine verbesserte Varianzaufklärung für die psychologischen Indikatoren durch den nächtlichen Fluglärm erwartet. Vor allen Dingen soll die vermittelnde Wirkung von ‚Belästigung‘ (als Bewertung im Sinne vom Begriff ‚Appraisal‘ in der transaktionalen Stresstheorie) zwischen Fluglärmparametern und ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ untersucht werden.

Darüber hinaus wird in einer weiteren Fragestellung der Zusammenhang zwischen physischen und psychischen Stressindikatoren erkundet. Dabei steht der Anspruch aus der biopsychologischen Stressforschung im Vordergrund, „Beanspruchungsfolgen ... auf den drei Ebenen psychischer Erscheinungen [zu] operationalisier[en]:

- als subjektiv erlebte Beanspruchungszustände
- als körperliche Zustände
- anhand von Leistungsdaten“ (Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994, S.125, vgl. auch Birbaumer & Schmidt, 1991).

Deshalb werden in dieser Studie die Beziehungen zwischen Indikatoren aller drei Ebenen untersucht. Diese verschiedenen Stressparameter sollen jedoch Nacheffekte von ‚Nachtfluglärm‘ darstellen und somit die gleiche zeitliche Ebene

betreffen. Dabei bietet es sich an, die morgendlichen Befindlichkeitsdaten und ihren Zusammenhang mit den zum gleichen Zeitpunkt erhobenen Hormonparametern sowie den morgendlichen Leistungsdaten zu untersuchen.

Weiterhin wird die Frage beleuchtet, ob eine Gewöhnung an gegenüber einer Sensibilisierung durch ‚Nachtfluglärm‘ besteht. Wegen der kontroversen Diskussion in der Fluglärmforschung, ob eine Adaptation, eine Habituation oder im Gegensatz dazu eine Sensibilisierung infolge von wiederholten Lärmbedingungen besteht (vgl. Griefahn, 1977; Weinstein, 1982; Griefahn & Gros, 1985; Eberhardt & Akselsson, 1987; Jansen, Linnemeier & Nitzsche, 1995, Grigg, Haboly & Cheng, 2001), wird in dieser Arbeit untersucht, ob eine Veränderung von ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ im zeitlichen Verlauf der Studie festzustellen ist. Dabei können durch intra- und interindividuelle Vergleiche einige Messzeitpunkte während sowie vor und nach der Laborstudie herangezogen werden.

Mit der Erkundung der Bedeutung von lärminduzierter Schlafstörung als ‚sekundärem Stressor‘ für psychologische Nacheffekte werden die allgemeinen Fragestellungen dieser Arbeit abgeschlossen. Dazu ist vorgesehen, sowohl Einschätzungen der Versuchspersonen über ihren Schlaf als auch polysomnographisch ermittelte Schlafparameter einzubeziehen. Damit wird vor allem die Frage untersucht, ob objektive Veränderungen der Schlafquantität und Schlafqualität sich schon per se auf psychische Nacheffekte auswirken oder ob diese erst durch das bewusste Erleben der Schlafstörungen (vgl. Jansen et al., 1995) – eventuell über eine Vermittlung der ‚Belästigungsreaktion‘ – entstehen.

6.2 Konkrete Hypothesen zur Wirkung von Fluglärm auf psychologische Stressindikatoren

Im Folgenden werden nun zu den einzelnen Messparametern (überwiegend) gerichtete Unterschieds- und Zusammenhangshypothesen formuliert. Die Hypothesen werden getrennt für die Befindlichkeits-, Beanspruchungs- und Erholungsdaten aufgeführt. Darauf folgen Hypothesen für die Zusammenhänge der psychischen Stressindikatoren mit wichtigen Moderator- und Mediatorvariablen. Abschließend werden Zusammenhangshypothesen für psychische und physische Stressindikatoren aufgestellt. Die Hypothesen werden einmal als Unterschiedshypothesen formuliert und nehmen eine Veränderung im interindividuellen

(Vergleich Experimentalgruppe und Kontrollgruppe) und im intraindividuellen Bereich an (Vergleich der Werte einer Person vor und nach der Laborstudie sowie zwischen einzelnen Messzeitpunkten während der Studie). Zum anderen wird in den Zusammenhangshypothesen ein kausaler Wirkungszusammenhang mit dem Ausmaß an Fluglärm (operationalisiert durch die Parameter Maximalpegel, Pegelhäufigkeit, Mittelungspegel) angenommen. Für die Unterscheidung von startenden oder landenden Flugzeugen wird in ungerichteten Unterschiedshypothesen ein Unterschied in den psychischen Stressindikatoren angenommen. Zur Formulierung der Untersuchungshypothesen werden, neben der Verortung in die im Kapitel 5 beschriebenen Stresstheorien, Hinweise aus einigen empirischen Studien der Lärmwirkungsforschung (s. Kap. 2) herangezogen (die entsprechenden Studien sind in Klammern benannt).

6.2.1 Unterschiedshypothesen über den Vergleich der Messwerte an verschiedenen Messtagen

Um zu Aussagen über den Verlauf der Befindlichkeit, der Beanspruchung sowie der Erholung zu kommen, wird durch einen intraindividuellen Vergleich geprüft, ob sich die Daten von verschiedenen Messzeitpunkten unterscheiden.

Dabei werden folgende Hypothesen aufgestellt:

- Es wird ein „First-Night-Effekt“ vermutet, das heißt, es wird eine eingeschränkte Befindlichkeit und Erholung sowie eine Zunahme der Beanspruchung für die Gewöhnungsnacht (Nacht 1) gegenüber der darauffolgenden Basisnacht (Nacht 2) angenommen (vgl. Griefahn, 1985; Toussaint et al., 1995; Rotenberg et al., 1997; Weeß et al., 1998).
- Für die Messungen nach der ersten Fluglärmnacht (Nacht 3) wird eine Abnahme der Befindlichkeit und Erholung sowie eine Zunahme der Beanspruchung im Vergleich zur Basisnacht (Nacht 2) erwartet.
- Im Vergleich der Fluglärmnächte wird eine Veränderung der psychischen Nacheffekte angenommen, das heißt, dass Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung nach der letzten Fluglärmnacht (Nacht 11) andere Werte aufweisen als nach der 1. Fluglärmnacht (Nacht 3). Diese Annahme wird wegen der widersprüchlichen For-

schungslage, ob eine Adaptation, Habituation, oder entgegengesetzt eine Sensibilisierung beziehungsweise eine Kumulation der Nacheffekte stattfindet (vgl. Griefahn, 1977; Weinstein, 1982; Griefahn & Gros, 1985; Eberhardt & Akxelsson, 1987; Jansen, 1995; Grigg et al., 2001), mittels einer ungerichteten Hypothese empirisch geprüft.

- Gegenüber der letzten Fluglärnacht (Nacht 11) wird eine Zunahme der Befindlichkeit und Erholung und eine Reduzierung der Beanspruchung nach der ersten Ruhenacht danach (Nacht 12) angenommen.
- Es wird vermutet, dass es zu überdauernden Auswirkungen des nächtlichen Fluglärms über die Lärnächte hinaus kommt. Daher wird eine Reduzierung von Befindlichkeit und Erholung sowie ein größeres Ausmaß an Beanspruchung für die erste Ruhenacht nach den Fluglärnächten (Nacht 12) gegenüber der Basisnacht (Nacht 2) angenommen.

6.2.2 Unterschiedshypothesen zum Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe

Für den interindividuellen Vergleich der Messergebnisse für Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung werden Hypothesen aufgestellt, die einen gerichteten Unterschied zwischen der Kontroll- und der Experimentalbedingung annehmen:

- Innerhalb der Laborstudie wird im Vergleich der Messwerte nach den Fluglärnächten eine verschlechterte Befindlichkeit und Erholung sowie eine erhöhte Beanspruchung für die Experimental- gegenüber der Kontrollgruppe erwartet (dieser Unterschied sollte für die Werte nach der Basisnacht – Nacht 2 – nicht bestehen).
- Um andauernde Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm zu überprüfen, wird eine verschlechterte Befindlichkeit und Erholung sowie eine Zunahme der Beanspruchung im Vergleich der zusammengefassten Messwerte an den fünf Tagen nach der Studie angenommen (an den 5 Tagen vor der Studie sollte jedoch kein signifikanter Unterschied bestehen).

6.2.3 Hypothesen zur Auswirkung von Nachtfluglärm auf die Befindlichkeit

Als Messinstrument wird der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen - MDBF (Steyer, 1997) eingesetzt (s. Kap. 8). Untersucht wird die Wirkung des Nachtfluglärms auf die Befindlichkeit am Morgen und am Abend des folgenden Tages. Für das „variabilitätssensitive“ Konstrukt der ‚Befindlichkeit‘ (Eid et al., 1994) wird für die Morgenwerte ein höherer Zusammenhang mit den Nachtfluglärmparametern erwartet als für die Abendwerte.

Allgemeine Hypothese: Die Befindlichkeit wird infolge einer Störung des Schlafes in Abhängigkeit vom Ausmaß des Nachtfluglärms vermindert (Maschke, 1995), das heißt, dass die Skalenwerte des MDBF abnehmen. Eine Beeinträchtigung der Befindlichkeit wird angenommen, wenn mindestens in einer Dimension eine signifikante Abnahme¹ der Skalenwerte vorliegt (vgl. Kallus, 1992).

Konkrete Hypothesen:

- Skala Gute – Schlechte Stimmung (Skala **GS**): Eine positive Stimmung wird eingeschränkt und das Missbefinden erhöht (Cohen 1981; Öhrström & Rylander, 1982; Berglund, Lindvall & Schwela, 1999, S.48).
- Skala Wachheit – Müdigkeit (Skala **WM**): Die Versuchspersonen sind eher müde, schläfrig und schlapp als frisch und munter (Cohen, 1981; Öhrström & Rylander, 1982).
- Skala Ruhe – Unruhe (Skala **RU**): Die Versuchspersonen sind eher innerlich angespannt, nervös und innerlich unruhig als ruhig und gelassen (Berglund et al., 1999).

6.2.4 Hypothesen über den Einfluss von Nachtfluglärm auf die Beanspruchung

Als Messinstrument wird der Erholungs- und Belastungsfragebogen - EBF (Kallus, 1995) eingesetzt (s. Kap. 8). Die Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm in Form

¹ Zur Überprüfung dieser Globalhypothese wird für die Signifikanztests der Unterskalen eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt (Bortz, 1999), um eine Alpha-Fehler-Kumulierung zu vermeiden. Dies gilt auch für die Überprüfung aller anderen allgemeinen Hypothesen.

einer erwarteten Zunahme der Beanspruchung sowie einer Beeinträchtigung der Erholung werden am Abend einer vorausgegangenen Fluglärmnacht über den Zeitraum des vergangenen Tages eingeschätzt. Die Hypothesen werden durch die Erkenntnisse der biopsychologischen Beanspruchungs- und Erholungsforschung (s. Kap. 5) begründet, sowie für die verschiedenen Aspekte der Beanspruchung aus den Aussagen verschiedener empirischer Untersuchungen abgeleitet: für den sozialen Bereich (z.B. Jones & Chapman, 1985; Griefahn, 1990), für den Leistungsbereich (z.B. Dinges, 1997; Wesensten, Balkin & Belenky, 1999), für den Bereich ‚Schlaf – Ermüdung‘ (z.B. Ollerhead et al., 1992; Berglund & Lindvall, 1995; Kawada, 1995) und für den somatischen Bereich (z.B. Pichot, 1992; Meecham & Shaw, 1993). Zunächst werden die Hypothesen für die ‚Beanspruchung‘ und anschließend die ‚Erholung‘ aufgeführt.

Allgemeine Hypothese: Der Grad der Beanspruchung wird in Abhängigkeit vom Ausmaß des Nachtfluglärms erhöht, das heißt, die Skalenwerte für Beanspruchung nehmen in der Fluglärmbedingung gegenüber der Ruhebedingung beziehungsweise mit steigendem Fluglärm zu. Damit steigt der Gesamtscore der Beanspruchung (**BEL-G**). Es wird festgelegt, dass eine Erhöhung der Beanspruchung besteht, wenn mindestens in einer Beanspruchungs-Dimension eine signifikante Zunahme¹ der Skalenwerte vorliegt (vgl. Kallus, 1992). Für eine Bewertung des Effektes wird darüber hinaus die Effektstärke herangezogen.

Konkrete Hypothesen: Für folgende Unterskalen der ‚Beanspruchung‘ werden höhere Skalenwerte erwartet – die Hypothesen wurden aus den Resultaten bisheriger Studien zur Fluglärmwirkung, die den emotionalen und den körperlichen Bereich sowie die Leistungsfähigkeit betreffen (vgl. Kap. 7) – abgeleitet:

- Die *Gesamtbeanspruchung* (BEL-G) nimmt zu.
- Die *Allgemeine Beanspruchung* (BEL-ALLG) nimmt zu.
- Die *Emotionale Beanspruchung* (BEL-EMO) steigt an.
- Die *Übermüdung – Zeitdruck* (UEBMUED) nehmen zu (Leistungsbereich)

¹ Zur Überprüfung dieser Globalhypothese wird für die Signifikanztests der Unterskalen eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt (Bortz, 1999), um eine Alpha-Fehler-Kumulierung zu vermeiden. Dies gilt auch für die Überprüfung aller anderen allgemeinen Hypothesen.

- *Die Energielosigkeit – Unkonzentriertheit (ENLOS)* steigt (Leistungsbereich).
- *Körperliche Beschwerden (BEL-SOM)* nehmen zu.

6.2.5 Hypothesen über den Einfluss von Nachtfluglärm auf Erholungsvorgänge

Als Messinstrument wird wiederum der EBF mit seinem Gesamtscore ‚Erholung‘ sowie dessen fünf Unterskalen eingesetzt. Im Erholungsbereich werden Einschränkungen durch den nächtlichen Fluglärm angenommen (Rohrmann, 1978; Björkman, Åhrlin & Rylander, 1992; Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994; Oliva, 1998), die vor allem auf die Störungen des Nachtschlafs (Griefahn, 1990) als wichtige Ressource zurückzuführen sind. Als Grundlage der Hypothesengenerierung werden wiederum die Erkenntnisse der biopsychologischen Beanspruchungs- und Erholungsforschung sowie die schon für die Beanspruchung angeführten empirischen Untersuchungen (s. Kap. 1.2.4) herangezogen.

Allgemeine Hypothese: Der Grad der Erholung wird in Abhängigkeit vom Ausmaß des nächtlichen Fluglärms vermindert, das heißt, die Skalenwerte für Erholung nehmen in der Fluglärm- gegenüber der Ruhebedingung beziehungsweise mit steigendem Fluglärm ab. Auch für die Erholung wird postuliert, dass eine Beeinträchtigung schon bei einer – nach Bonferoni korrigierten – signifikanten Abnahme in einer Unterskala vorliegt (vgl. Kallus, 1992). Allerdings werden zur Beurteilung auch die Effektstärken herangezogen.

Konkrete Hypothesen: Auch die Hypothesen für den Erholungs-Bereich werden aus den Resultaten bisheriger Studien zur Fluglärmwirkung (Beeinträchtigungen im emotionalen und körperlichen Bereich sowie die Leistungsfähigkeit betreffend) abgeleitet (vgl. Kap. 7). Darüber hinaus werden Studien, die eine Beeinträchtigung des Schlafes durch nächtlichen Fluglärm untersucht haben, für die Hypothesenbildung zur Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ herangezogen. Für folgende Skalen werden als Auswirkung des nächtlichen Fluglärms niedrigere Werte angenommen:

- Die *Gesamt-Erholung (ERH-G)* nimmt ab
- *Erfolg – Leistungsfähigkeit (ERFOLG)* nehmen ab (Leistungsreich).

- Die *Körperliche Erholung* (**ERH-SOM**) wird eingeschränkt.
- Die *Allgemeine Erholung – Wohlbefinden* (**ERH-ALLG**) wird reduziert
- Der *Erholsamer Schlaf* (**SCHLAF**) wird verringert.

6.3 Konkrete Hypothesen zur Rolle wichtiger Moderatorvariablen

Der Einfluss eventueller Moderatoren wird durch theoretisch und empirisch begründete Veränderungs- und Zusammenhangshypothesen untersucht, um ihre moderierende Wirkung in anschließenden statistischen Analysen kontrollieren zu können.

6.3.1 Hypothesen zur moderierenden Funktion von soziodemographischen Merkmalen

Lebensalter: Der Wirkung von Nachtfluglärm auf die Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung wird durch das Lebensalter moderiert. Mit zunehmendem Lebensalter reagieren Personen stärker auf Fluglärm. Diese verstärkte Reaktion kann mit der veränderten Schlafarchitektur mit steigendem Lebensalter zusammenhängen, das heißt, der Schlaf von älteren Personen ist leichter störbar (vgl. Lukas, 1972; Griefahn, Jansen & Klosterkötter, 1976; Webb & Campbell, 1979; Lang, 1983; Griefahn, 1990; Berglund et al., 1995; Jansen, 1995; Mathur & Douglas, 1995; Mourtazaev, Kemp, Zwinderman & Kamphuisen, 1995; Topf, 2000). Darüber hinaus spielen im Alter Gesundheit und Umweltprobleme eine stärkere Rolle und Stressoren werden häufiger als unveränderbar wahrgenommen (Folkman et al., 1987). Auch das Coping mit Stressoren soll sich im Alter verändern (Lazarus & Folkman, 1991). Aus theoretischen Überlegungen und den Resultaten empirischer Studien (z.B. Griefahn, 1985) werden insgesamt stärkere Reaktion auf nächtlichen Fluglärm mit steigendem Alter angenommen und folgende Hypothesen postuliert:

- Die Befindlichkeit ist in allen drei Skalen nach den Fluglärmnächten mit zunehmendem Alter stärker beeinträchtigt.
- Mit steigendem Lebensalter nimmt die Beanspruchung nach den Fluglärmnächten zu.

- Die Erholung nimmt nach den Fluglärmnächten mit höherem Alter ab. Eine besonders deutliche Beeinträchtigung wird in der Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ erwartet.

Geschlecht: Bei dem Vergleich von männlichen und weiblichen Versuchspersonen verglichen finden sich in Lärmwirkungsstudien widersprüchliche Ergebnisse über den Einfluss dieser Variablen. Deshalb wird in ungerichteten Hypothesen ein Unterschied zwischen den Werten von Männern und Frauen angenommen (Reichert, 1984; Folkman et al., 1987; Griefahn, 1985; Ollerhead & Diamond, 1994; Topf, 2000). Folgende Hypothesen können für die moderierende Wirkung der Variablen ‚Geschlecht‘ formuliert werden.

- Frauen und Männer weisen Unterschiede hinsichtlich ihrer ‚Befindlichkeit‘ nach den Fluglärmnächten auf.
- Frauen und Männer unterscheiden sich in ihrem ‚Beanspruchungsstatus‘ nach den Fluglärmnächten.
- Es besteht ein Unterschied im ‚Erholungsstatus‘ zwischen weiblichen und männlichen Versuchspersonen nach den Fluglärmnächten.

Zur Absicherung dieser Unterschiedshypothesen wird jedoch auch ein Vergleich der Messwerte von Frauen und Männer nach der Basisnacht, beziehungsweise bei den jeweils 5 Messungen vor der Studie herangezogen, damit überprüft werden kann, ob die Unterschiede alleine auf den Fluglärm zurückzuführen sind.

Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm: Diese Variable, die mit dem Wohnort in der Umgebung eines Flughafens zusammenhängt, geht ebenfalls als soziodemographische Moderatorvariable in diese Untersuchung ein. Von besonderer Bedeutung ist dabei der Vergleich von Personen mit verschiedenen Ausprägungsgraden der eingeschätzten Vorbelastung durch Nachtfluglärm (durch die Frage: „Wie stark hören Sie Fluglärm nachts bei gekipptem Fenster?“ auf einer 5-stufigen Antwortskala vor der Studienteilnahme erfasst). Theoretisch und empirisch begründet wird die Rolle der Vorbelastung im Rahmen der biopsychologischen Beanspruchungskonzepte, die eine Bedeutung des Ausgangszustands für eine höhere „Reaktivität“ betonen (Janke & Kallus, 1994). Es werden daher stärkere Auswirkungen von Nachtfluglärm mit steigender Vorbelastung vermutet (vgl. Griefahn, 1990). Dabei wird eher von einer

fahn, 1990). Dabei wird eher von einer Sensibilisierung durch als von einer Adaptation an eine länger schon bestehende Fluglärmbelastung vor Studienteilnahme – wie sie für die kurzzeitige Fluglärmbelastung im Labor nicht nachgewiesen werden kann – ausgegangen (Rylander et al., 1982; Weinstein, 1982; van Kamp, 1990).

- Mit zunehmender Fluglärmvorbelastung wird eine beeinträchtigte Befindlichkeit, eine höhere Beanspruchung sowie eine verringerte Erholung schon vor Beginn der Studie angenommen.
- Mit zunehmender Fluglärmvorbelastung wird eine stärkere Auswirkung der Fluglärmnächte im Labor auf die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung angenommen.

Die folgenden psychologischen Moderatoren sind von besonderer Bedeutung für die Modifizierung der Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm, da das „Erleben von Lärm nicht ausschließlich durch physikalische Größen determiniert [ist]“ (Neugebauer & Ortscheid, 1997; vgl. auch Overmier, 1988).

6.3.2 Hypothesen über den Einfluss von psychischen Moderatoren

Die Bedeutung von psychologischen Moderatoren für die psychologischen und physiologischen Stressreaktionen wird ebenfalls in der kognitiven Stresstheorie hervorgehoben. In der vorliegenden Arbeit werden zu dem Einfluss folgender Variablen Hypothesen aufgestellt:

Die Einstellung gegenüber der Lärmquelle ist eine wichtige psychologische Moderatorvariable, deren Bedeutung für die Moderierung der Belästigungsreaktion schon vielfach nachgewiesen wurde (z.B. Cederlöf et al., 1967; Jonsson & Sörensen, 1970; Hörmann, Mainka & Gummlich, 1970, Rohrmann et al., 1978; Guski, 1995; Neugebauer & Ortscheid, 1997). In dieser Studie wird sie durch die Frage: „Wie stehen Sie insgesamt Flugverkehr gegenüber?“ auf einer 5-stufigen Skala mit den Antwortalternativen: „negativ – eher negativ – neutral – eher positiv – positiv“ erfasst. Folgende Hypothese wird aufgestellt:

- Mit zunehmender negativer Einstellung gegenüber Fluglärm wird eine beeinträchtigtere Befindlichkeit, eine höhere Beanspruchung sowie eine verringerte Erholung nach den Lärmnächten im Labor angenommen.

Die Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm (mit der Frage: „Wie groß sind Ihrer Meinung nach insgesamt die Chancen, erfolgreich etwas gegen Fluglärm zu unternehmen?“ mit den 5 Antwortalternativen: sehr schlecht, schlecht, mittelmäßig, gut und sehr gut), weist eine Nähe zu den Kontrollüberzeugungen auf, die in eine wichtige Rolle als psychische Moderatoren (vgl. Herkner, 1991) innehaben. In stresshaften Situationen, wie sie der nächtliche Fluglärm darstellen kann, kann über eine Selbstwirksamkeits-Erwartung (Bandura, 1982), nämlich dass man etwas dagegen unternehmen kann und dieses auch Erfolg verspricht, der Handlungsspielraum der Person erweitert und dadurch die Stressorwirkung modifiziert werden. Für die Beziehung zu den psychischen Stressparametern wird folgende Hypothesen aufgestellt:

- Mit zunehmender ‘Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm’, wird eine verbesserte Befindlichkeit nach den Lärmnächten im Labor angenommen.
- Mit zunehmender ‘Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm’ nimmt die Beanspruchung ab und die Erholung zu.

Die Bedeutung von Persönlichkeitsmerkmalen wird schon im Rahmen der transaktionalen Stresstheorie (s. Kap. 5) hervorgehoben. Sie sollen vor allem eine Rolle für die Wahrnehmung und Bewertung des Stressors innehaben (Lazarus & Folkman, 1991; Folkman, Lazarus, Gruen & DeLongis, 1996; Topf, 2000). In der vorliegenden Studie werden einige Personeneigenschaften über das FPI erfasst und folgende Hypothesen über ihren moderierenden Einfluss aufgestellt:

- *Lebenszufriedenheit*: Es wird angenommen, dass Menschen mit niedrigerer Lebenszufriedenheit nach den Fluglärmnächten im Labor eine verringerte Befindlichkeit und Erholung sowie eine höhere Beanspruchung aufweisen als Menschen mit hoher Lebenszufriedenheit und stärker auf ihn reagieren.
- *Erregbarkeit*: Menschen mit höherer Erregbarkeit erleben Fluglärm als störender und reagieren stärker darauf, indem die Befindlichkeit und die Erholung sich verringert und die Beanspruchung zunimmt.
- *Gesundheitssorgen*: Insbesondere im somatischen Bereich (entsprechende Skalen im EBF) werden bei Menschen mit hohen

Werten auf dieser Skala Beeinträchtigungen durch Fluglärm angenommen.

- *Extraversion*: Es wird angenommen, dass eher introvertierte Menschen stärker auf Fluglärm reagieren als extravertierte Menschen (Gunn, Shigesha, Fletcher & Shepherd, 1981) und insofern eine erhöhte Beanspruchung und verringerte Befindlichkeit und Erholung aufweisen.
- *Emotionalität*: Bei Menschen mit höheren Werten in dieser Skala werden verstärkt Fluglärmeffekte erwartet, das heißt, dass Befindlichkeit und Erholung sich verringern und die Beanspruchung zunimmt (Cohen, 1981; Stansfeld, 1992; Linnemeier, 1995).

6.4 Hypothesen zur Rolle des Mediators ‚Belästigung‘

Die Belästigung durch den nächtlichen Fluglärm wurde einmal durch die Frage: „Wie stark wurden Sie durch den Fluglärm der vergangenen Nacht belästigt?“ auf einer 5-stufigen Likert-Skala mit den Antwortalternativen: „nicht – wenig – mittelmäßig – ziemlich – sehr“ und darüber hinaus durch die Frage: „Wie stark war Ihre Belästigung durch den Fluglärm der vergangenen Nacht?“ auf einer 11-stufigen Skala mit den Extremen „gar nicht“ und „unerträglich“ erfasst. Die Belästigung spielt eine entscheidende Rolle als Reaktionsvariable in der Lärmwirkungsforschung (s. Kap. 2.2). In dieser Studie wird sie als Mediatorvariable eingesetzt im Sinne einer sekundären Bewertung, dass der Stressor als bedrohlich empfunden wird, wodurch negative Emotionen (wie Ärger) hervorgerufen werden (Folkman et al., 1987). Für eine vermittelnde Rolle der Belästigung auf die psychischen Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm werden folgende Hypothesen formuliert:

- Mit zunehmender Belästigung durch den nächtlichen Fluglärm der vergangenen Nacht wird eine beeinträchtigte Befindlichkeit angenommen.
- Mit steigender Belästigung durch Nachtfluglärm nimmt die Beanspruchung zu und die Erholung ab.

Es wird eine größere Rolle der Vermittlung der psychischen Reaktionen auf nächtlichen Fluglärm angenommen als es einer direkten Beziehung zwischen Fluglärm und psychischen Stressindikatoren entspricht.

6.5 Hypothesen über die Rolle von lärminduzierter Schlafstörung als ‚sekundärer Stressor‘ für psychische Nacheffekte

Im Rahmen von Stresstheorien ist die Bedeutung eines erholsamen Schlafes als wichtige Ressource für die Erholung bekannt (z.B. Rudow, 1994). Dabei steht der REM-Schlaf in besonderem Zusammenhang mit psychischer Erholung und ist bedeutend für Gedächtnisfunktionen (Becker-Carus, 1991, S.295). Aber auch eine verringerte Befindlichkeit sowie eine erhöhte Beanspruchung können als „Nacheffekte“ des durch Lärm beeinträchtigten Schlafes auftreten (z.B. Dinges, 1984; Griefahn, 1990; Groll-Knapp & Stidl, 1999). Folgende Hypothesen über den Zusammenhang mit den polysomnographisch ermittelten Indikatoren für Schlafstörungen (Einschlafdauer, verringerte Gesamtschlafdauer, Anzahl der kurzen – 1 Epoche im EEG = 30 Sek. – und langen Aufwachreaktionen – über 4 Minuten) sollen überprüft werden:

- Die Befindlichkeit korreliert negativ mit dem Ausmaß der Schlafstörungen. Es wird erwartet, dass insbesondere die Dimension ‚Wachheit‘ beeinträchtigt ist.
- Für den psychischen Stressindikator ‚Beanspruchung‘ wird angenommen, dass er positiv mit dem Ausmaß der Schlafstörungen korreliert.
- Der Erholungsstatus korreliert negativ mit Beeinträchtigungen des Nachtschlafes. Eine besonders hohe Auswirkung der Schlafbeeinträchtigungen wird für den Leistungsbereich der Erholungsdimension und für den Bereich ‚Erholsamer Schlaf‘ erwartet.

Insbesondere wird ein Zusammenhang zwischen der Dauer der Wachphasen und den psychischen Nacheffekten vermutet, da angenommen wird, dass im Wachbewusstsein wahrgenommener nächtlicher Fluglärm eine größere psychische Wirkung (auch über Belästigung als Mediator) hat, als ein nicht bewusst erlebter.

Um die Bedeutung von bewussten und unbewussten Schlafstörungen auf psychische Stressindikatoren näher zu untersuchen, sollen die oben benannten Hypothesen auch für einige ‚subjektiv‘ erhobene Schlafparameter (Einschätzung der Schlafquantität und -qualität) geprüft werden.

6.6 Hypothesen über den Zusammenhang zwischen verschiedenen Stressindikatoren

Bisher gibt es kaum Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen subjektiv empfundener Beanspruchung und physiologischen Maßen (Dimsdale, 1984, zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994) beleuchten. Durch die interdisziplinäre Konzeption der STRAIN -Studien lässt sich ein Vergleich der in dieser Arbeit zentral untersuchten ‚subjektiven‘ Einschätzungen des Erlebens mit einem Stressindikator der gleichen zeitlichen Messebene aus dem Verhaltensbereich (Leistungsmessung) und dem körperlichen Bereich (Hormonstatus) herstellen. In den folgenden Unterkapiteln werden die Zusammenhangshypothesen zu den einzelnen Bereichen dargestellt.

6.6.1 Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit am Morgen

Die über eine Selbsteinschätzung gemessenen psychischen Stressindikatoren sowie die anhand von Verhaltensdaten gemessene kognitive Leistungsfähigkeit stellen psychische Stressindikatoren als Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm und den durch ihn ausgelösten Schlafbeeinträchtigungen dar. Ein Zusammenhang zwischen diesen Parametern wird zum einem deshalb vermutet, da infolge von Müdigkeit die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sein kann (Müller et al., 1997; Lamond & Dawson, 1999; Dinges, 2001). Dazu trägt im allgemeinen auch eine verringerte Erholung bei, die als „Wiederherstellung von Ressourcen“ (Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994) angesehen werden kann. Mit der Befindlichkeit ergibt sich zum anderen eine Beziehung durch den Einfluss der Stimmung auf die Motivation, die für die Leistungsfähigkeit eine bedeutende Rolle spielt (Cohen, 1980; Dinges & Powell, 1985; Smith & Jones, 1992; Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994; Müller et al., 1997). Auch für die Beanspruchung – insbesondere im Leistungsbereich – wird ein Zusammenhang mit der Performance erwartet. Wegen der nichtlinearen Beziehung zwischen Stress und Leistung (vgl. Nitsch, 1981) und der

daraus resultierenden Aufgabenspezifität¹ der Lärmeffekte werden nur Hypothesen über die erwarteten Korrelationen zwischen den Leistungsergebnissen in den einzelnen Aufgaben aufgestellt. Auf die Formulierung einer Globalhypothese über den generellen Zusammenhang zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit und den psychischen Stressindikatoren wird folglich verzichtet.

Folgende Hypothesen werden für den Zusammenhang zwischen den erhobenen Fragebogendaten und den computergestützten Leistungstests aufgestellt:

- Die Befindlichkeit korreliert positiv mit der Leistungsfähigkeit. Daher wird insbesondere für die Skala ‚Wachheit‘ ein negativer Zusammenhang mit einer Zunahme der Reaktionszeit, der Streuung und Fehlerzahl in den einzelnen Leistungstests erwartet.
- Mit zunehmender Beanspruchung (insbesondere im Leistungsbe- reich) wird ein positiver Zusammenhang mit Einschränkungen der Leistungsfähigkeit in den einzelnen Tests (steigende Reaktionszeit, Streuung und Fehlerzahl) vermutet.
- Eine beeinträchtigte Erholung korreliert positiv mit einer Reduzie- rung der kognitiven Leistungsfähigkeit in den verschiedenen Testaufgaben (steigende Reaktionszeit, Streuung und Fehlerzahl).

6.6.2 Zusammenhang mit dem Hormonstatus im Morgenurin

In biopsychologischen Stressmodellen wird ein Zusammenhang zwischen der endokrinologischen Sekretion und Parametern des Erlebens postuliert (vgl. Baum, Grunberg & Singer, 1982). Neben einer direkten Lärmwirkung auf die Ausscheidung von Stresshormonen wird auch eine indirekte Wirkung über psychische Mediatoren (z.B. Belästigung) angenommen (vgl. Babisch, 2000). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden folgende Zusammenhangshypothesen für die Beziehung zwischen den untersuchten psychischen Stressindikatoren und dem Hormonstatus aufgestellt:

¹ Auf sensumotorische Aufgaben wirkt sich z.B. eine höhere Aktivierung günstiger aus als auf Gedächtnisaufgaben (Nitsch, 1981).

- Die AdrenalinKonzentration im Morgenurin korreliert positiv, die Cortisolausscheidung korreliert negativ mit der Müdigkeit (Fibiger et al., 1984, zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994).
- Für die NoradrenalinKonzentration im Morgenurin wird eine negative Korrelation mit der Befindlichkeit, der Erholung und eine positive mit der Beanspruchung angenommen (Maschke, 1992).
- Die Cortisolausscheidung korreliert positiv mit Beanspruchung (Brantley et al., 1988 zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994) und negativ mit Erholung.
- Die Cortisolsekretion hängt negativ mit der Stimmung zusammen (Breier et al, 1987; Kugler & Kalveram, 1990; Jong-Meyer, 1990, alle zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994).
- Es wird ein Einfluss der Belästigungsreaktion auf den Hormonstatus angenommen, da ein Zusammenhang zwischen Cortisolausscheidung und psychologischer Bedeutung der Situation besteht (Fehm-Wolfsdorf, 1994).

7 Studiendesign

Ein geeignetes Untersuchungsdesign für die vorliegende Studie wird nach Sarris (1992b) unter Berücksichtigung verschiedener allgemeiner Kriterien so gewählt, dass dessen Beachtung zu „anspruchsvolleren Datensätzen“ (ebd.) führt und zur Verallgemeinerung der erhaltenen Ergebnisse berechtigt.

Als erstes wichtiges Kriterium garantiert das ‚Max-Kon-Min-Prinzip‘ die optimale Erkundung einer „maximalen Primärvarianz“, einer „kontrollierten Sekundärvarianz“ und einer „minimierten Fehlervarianz“ (Sarris, 1992b). Diesem Ziel kann man neben Konstanthalten von Störvariablen, durch nachträgliche statistische Kontrollmöglichkeiten und besonders mittels Randomisierung der untersuchten Stichprobe näherkommen.

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um ein Laborexperiment, das aus den oben genannten Gründen als Fall-Kontroll-Studie angelegt ist. Eine Randomisierung erfolgte dadurch, dass von den insgesamt 96 Versuchspersonen 16 Personen zufällig der Kontrollbedingung (kein Fluglärm) zugeteilt und die anderen 80 Personen zufällig unterschiedlichen Fluglärmbedingungen unterzogen wurden.¹ Dabei handelt es sich um eine ‚Doppelblind‘-Studie, das heißt, weder die Versuchspersonen noch die Versuchsleiter und -leiterinnen wissen im Voraus, ob Fluglärm eingespielt wird und welche und wie viele Fluglärmereignisse in der jeweiligen Nacht auftreten.² Dadurch wird die Vorhersage und Kontrollierbarkeit des nächtlichen Fluglärms durch die Versuchspersonen sowie durch eine Erwartungshaltung der Versuchsleiterinnen und Versuchsleiter vermieden (vgl. Glass & Singer, 1972b). An dieser Stelle soll der Versuchsablauf über den Zeitraum einer Laborphase am Beispiel der ersten STRAIN-Laborstudie graphisch dargestellt (Tabelle 6) und nachfolgend erläutert werden:

¹ Unter Berücksichtigung der Vorgaben zur Gesamtkonzeption des Projekts „Leiser Flugverkehr“ musste auf eine anzahlmäßige Gleichverteilung der Versuchspersonen auf Experimental- und Kontrollbedingung verzichtet werden. Es sollen jedoch statistische Korrekturverfahren zum Einsatz kommen, die diese ungleiche Aufteilung berücksichtigen.

² Eingeschränkt ist dieser ‚Doppelblind‘-Ansatz dadurch, dass alle Beteiligten wissen, dass es sich bei den ersten beiden Nächten um Gewöhnungsnächte handelt und die Versuchsleiter und -leiterinnen darüber hinaus die Information haben, dass die letzten zwei Labornächte zwecks der Untersuchung von Nacheffekten ebenfalls ohne Fluglärm sind. Ein weiteres Problem besteht darin, dass es kein ‚Lärm-Placebo‘ gibt.

		Prä-Messungen					Labormessungen												Post-Messungen						
	M	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
STRAIN I	n=8						A	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
	n=8						A	B	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0	0						
	n=8						A	B	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0	0						
	n=8						A	B	L	L	L	L	L	L	L	L	L	0	0						

Tabelle 6: Ablauf einer der insgesamt drei Studienabschnitte (als Beispiel STRAIN I) mit insgesamt 32 Versuchspersonen (davon 8 unter Kontrollbedingungen). In jeder Phase werden 8 Versuchspersonen untersucht (M = Messtage; A = Anpassungsnacht; B = Basisnacht ohne Lärm; L = Nächte mit unterschiedlichen Fluglärmbedingungen; 0 = Nächte ohne Fluglärm), wobei die Personen in der Kontrollbedingung zufällig ausgewählt wurden (Phase 1). Vor (Prä) und nach (Post) dem Laborversuch werden an 5 Tagen psychometrische Daten erhoben (damit mit Messtag 1 während der Laborstudie wie für die anderen Untersuchungsparameter der Studie begonnen werden kann, sind die Prä-Messungen mit den Zahlen -5 bis -1 gekennzeichnet).

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse von drei im Design weitgehend identischen Laborstudien STRAIN I,II und III zusammengefasst. Da aufgrund der Räumlichkeiten immer 8 Personen gleichzeitig an dem Versuch teilnehmen, werden diese Personen jeweils den gleichen Lärmbedingungen ausgesetzt. Ein Studienabschnitt besteht aus vier Phasen, in denen 32 Personen untersucht werden. In STRAIN I und II wurde jeweils eine Phase über eine Zufallsentscheidung als Kontrollbedingung ausgewählt, wobei weder Versuchsleiterinnen/Versuchsleiter noch die Versuchspersonen davon Kenntnis hatten (die genauen Lärmbedingungen in allen drei Studienabschnitten können Tabelle 8 entnommen werden).

Für die in der vorliegenden Arbeit untersuchten psychometrischen Messparameter sollen die Versuchspersonen jeweils an 5 Tagen vor und nach der Laborstudie die eingesetzten Fragebögen zu Hause ausfüllen. Damit wird das „Prinzip des Zeitreihen-Designing“ (ebd.) berücksichtigt, das von Sarris (1992b, S.215) folgende Forderung beinhaltet: „Zusätzlich zu den klassisch zu gewinnenden Daten erhebe weitere Nachher-, wenn nicht auch noch Vorher-Messungen!“

Während der Laborphase geht jeweils die erste Nacht als Anpassungsnacht (A) an die Laborbedingungen nicht in die direkte Auswertung mit ein und dient nur zur Feststellung eines 'First-Night'-Effekts. Die zweite Nacht dient als Basisnacht (B) und die nach dieser Nacht erhobenen Daten werden für den Vergleich mit den auf

die Fluglärmnächte bezogenen Daten herangezogen. Es folgen für die Experimentalgruppen (N=80) 9 Fluglärmnächte mit unterschiedlichen Fluglärmbedingungen, wobei jeweils 8 Personen zufällig einer ebenfalls zufälligen Abfolge von Treatmentbedingungen zugeordnet werden. Zum Ende der Laborstudie folgen noch 2 Ruhenächte, über die – um eine entsprechende Erwartungshaltung auszuschließen – die Versuchspersonen jedoch nicht informiert werden. Die Personen in der Kontrollbedingung erhalten während der ganzen Zeit keinen Fluglärm, so dass der Äquivalente Dauerschallpegel 30 dB(A) nicht überschreitet.

Für die psychometrischen Daten liegen insgesamt 23 Messtage (M) vor, wobei der Befindlichkeitsfragebogen darüber hinaus noch zweimal am Tag (morgens und abends) eingesetzt wird. Um die Anzahl der Messtage mit den anderen Parametern, die erst in der Laborphase erhoben werden können, zu synchronisieren, wurden die Messungen vor Beginn der Studienphase mit negativen Vorzeichen versehen (-5 bis -1).

Da jede Person über 13 Labornächte (inkl. Gewöhnungs- und Nachuntersuchungsnächten) verschiedenen Lärmbedingungen ausgesetzt wird, handelt es sich um einen Mischuntersuchungsplan von "between-groups-" und "within-groups-Designing"¹ (Sarris, 1992b). Mit Hilfe der an späterer Stelle dargestellten statistischen Verfahren (s. Kap. 9) werden Berechnungen zu jedem Design-Typ durchgeführt. Dieses aus methodischen Gründen (z.B. durch das Vorliegen von Carry-over-Effekten) nicht ganz unproblematische Vorgehen wird an späterer Stelle im Diskussionsteil begründet und kritisch hinterfragt (s. Kap. 14).

7.1. Untersuchungsvariablen

Folgende empirisch relevanten Merkmale werden in der vorliegenden Untersuchung erhoben:

Unabhängige Variablen: Unter Berücksichtigung des „Prinzips des multimodalen Messens“ (Sarris, 1992b) werden als unabhängige Variablen verschiedene Operationalisierungen des „Fluglärms“ in ihrer Wirkung auf die abhängigen Variablen untersucht:

¹ Der Aufwand, jede Person nur einer Lärmbedingung (neben erforderlichen Gewöhnungs- und Nachbeobachtungsnächten) zu unterziehen, wäre nicht praktikabel gewesen.

- Anzahl der Fluglärmereignisse pro Nacht – (n-Pegel)
- Maximalpegel eines Lärmereignisses – (L_{ASmax})
- Fluglärmbezogener Mittelungspegel oder äquivalenter Dauerschallpegel über 8 Stunden (L_{eq3})
- Kategorien des L_{eq3} von 3dB(A)-Abständen
- Unterscheidung in startendes (S) oder landendes (L) Flugzeug

Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, ein mehrfaktorielles Design zu untersuchen, das gegenüber einem einfaktoriellen Ansatz eine höhere Leistungsfähigkeit besitzt. Bei der Variation der Fluglärmbedingungen war die Überlegung wichtig, möglichst realistische Lärmbereiche und Häufigkeiten einzusetzen. Daraus folgt – wie schon in Teil I, Kapitel 4 beschrieben – dass der Maximalpegel in einer Spanne von 50 – 80 dB(A) in Abstufungen von 5 dB(A) variiert wird. Für die Häufigkeit liegt ausgehend von 4 Flugereignissen jeweils eine Verdopplung bis 128 vor (4 – 8 – 16 – 32 – 64 – 128). Die Flugereignisse einer Nacht sind über die Zeitspanne von 23.15 Uhr bis 6.45 Uhr äquidistant verteilt. Eine Vorhersage des Fluglärms durch die Versuchspersonen wird durch die Vorgabe, dass keine Zeitgeber in den Schlafräumen sein dürfen, ausgeschlossen.

Eine Variation der unabhängigen Variable ‚Nachtfluglärm‘ wird durch eine Kombination der Anzahl der Flugereignisse mit dem Maximalpegel erzielt. Durch diese Verknüpfung wird auch der Mittelungspegel determiniert (s. Kap. 4.2.1). Bei der Kombination der beiden Parameter sollte einerseits die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Kombinationen beachtet werden, das heißt, dass eine Verknüpfung von maximaler Häufigkeit (128) und größtem Maximalpegel (80 dB) unwahrscheinlich und auch aus ethischen Gründen auszuschließen ist. Daraus folgt ein häufigeres Auftreten von Flugereignissen im unteren Maximalpegel-Bereich und eine geringere Häufigkeit von lauten Flugereignissen. Um eine systematische Variation der Lärmbedingungen in dieser Laborstudie zu erzielen, wird einer Nacht nur ein Flugereignis mit einem bestimmten Maximalpegel in einer bestimmten Häufigkeit eingespielt, wobei eine Variation des Maximalpegels und der Häufigkeit dann in den verschiedenen Labornächten erzielt wird. Um die Vorhersage durch die Versuchspersonen, aber auch die eher unbewusste Beeinflussung

durch die Versuchsleiter und -leiterinnen (vgl. Bortz, 1999) auszuschließen, muss die Studie als Doppelblind-Versuch konzipiert sein.

Aus der Kombination dieser sieben Abstufungen für die Variable ‚Maximalpegel‘ und den sechs Abstufungen der Variablen ‚Häufigkeit‘ ergibt sich ebenfalls die Variation des Äquivalenten Dauerschallpegels. Um statistische Anforderungen zu erfüllen, wurde bei der Variation der Bedingungen eine Gleichverteilung der Zellen angestrebt.¹ Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Variation des Maximalpegels und der Häufigkeit und deren Kombination:

	4	8	16	32	64	128
50			24	24	32	24
55	24	32	24	24	24	24
60	24	32	24	24	24	
65	24	24	24	24	24	
70	24	24	24	24		
75	24	24	24			
80	24	24				

Tabelle 7: Variation der nächtlichen Fluglärmbedingungen in den Laborstudien STRAIN I, II und III als Kombinationen von Maximalpegel (senkrecht) und Häufigkeit (waagrecht) der Flugereignisse (in den grauen Kästchen steht die Anzahl der Personen, die diese entsprechende Kombination an Fluglärm eingespielt bekommen).

Die konkrete Variation der oben dargestellten Bedingungen – die zufällig aus den Kombinationsmöglichkeiten von Maximalpegel mit der Häufigkeit der Flugereignisse den Lärmnächten zugeordnet wurden – wird in Tabelle 8 dargestellt:

¹ Nach Abschluss der letzten STRAIN-Laborphase (wahrscheinlich im Frühjahr 2003) soll die Häufigkeit der Zellenbesetzung jeweils auf 32 erhöht werden.

Anzahl Vpn		Fluglärm-Parameter	Fluglärmnächte								
			3	4	5	6	7	8	9	10	11
STRAIN I	n=8	N x LASmax Leq3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	n=8	N x LASmax Leq3	16x70 47.2 L	8x55 28.2 L	32x60 40.8 L	4x55 25.2 L	8x55 28.2 L	4x55 25.2 L	8x75 49.6 L	8x65 39.7 L	16x65 42.7 L
	n=8	N x LASmax Leq3	4x60 31.8 L	8x70 44.2 L	4x60 31.8 L	4x65 36.7 L	16x60 37.8 L	8x60 34.8 L	4x70 41.2 L	8x6L 34.8 L	32x55 34.2 L
	n=8	N x LASmax Leq3	32x65 45.7 L	64x50 34.1 L	32x50 31.1 L	64x55 37.2 L	16x50 28.1 L	4x75 46.6 L	64x60 43.8 L	16x55 31.2 L	128x50 37.1 L
STRAIN II	n=8	N x LASmax Leq3	32x50 31.1 L	8x60 34.8 L	4x80 51.6 L	128x50 37.1 L	4x70 41.2 L	64x55 37.2 L	32x60 40.8 L	16x70 47.2 L	128x55 40.2 L
	n=8	N x LASmax Leq3	8x65 39.7 L	16x65 42.7 L	16x75 52.6 L	16x55 31.2 L	4x60 31.8 L	32x55 34.2 L	64x65 48.7 L	32x65 45.7 L	32x70 5L.2 0
	n=8	N x LASmax Leq3	64x60 43.8 L	8x55 28.2 L	8x75 49.6 L	8x70 44.2 L	4x55 25.2 L	64x50 34.1 L	16x60 37.8 L	4x65 36.7 L	4x75 46.6 L
	n=8	N x LASmax Leq3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STRAIN III	n=8	N x LASmax Leq3	64x55 37.2 S	64x65 48.7 L	16x75 52.6 S	8x80 54.6 L	32x70 50.2 S	16x60 37.8 S	16x70 47.2 S	64x50 34.1 S	16x65 42.7 S
	n=8	N x LASmax Leq3	128x50 37.1 S	8x80 54.6 L	4x70 41.2 S	32x50 34.2 S	8x75 49.6 S	32x60 40.8 S	32x65 45.7 S	16x75 52.6 L	32x70 50.2 L

n=8	N x LAS _{max} Leq ₃	32x55	4x65	16x50	64x65	8x65	8x60	4x80	128x55	4x75
		34.2	36.7	28.1	48.7	39.7	34.8	51.6	40.2	46.6
		S	S	L	S	S	S	S	L	S
n=8	N x LAS _{max} Leq ₃	16x50	64x50	128x55	8x55	64x60	8x70	4x80	16x55	8x80
		22.7	28.7	40.2	28.2	43.8	44.2	51.6	31.2	54.6
		S	S	S	S	S	S	L	S	S

Tabelle 8: Zufällige Zuordnung der Fluglärmbedingungen zu den 9 Lärmnächten (Labornächte 3-11) und den einzelnen Phasen der Laborstudien STRAIN I-III mit jeweils 8 Personen. (Bezeichnung der Fluglärmparameter: N = Häufigkeit der Fluglärmereignisse; LAS_{max} = Maximalpegel in dB(A); Leq₃ = auf Fluglärm bezogener Mittelungspegel in dB(A); L = landendes Flugzeug, S = startendes Flugzeug).

Neben dem fluglärmbezogenen Mittelungspegel (Leq₃) als stetige Variable werden auch Kategorien des Leq₃ von 3dB(A)-Abständen gebildet, das entspricht bei gleichen Geräuschen einer Verdopplung der Lärmereignisse. Die Häufigkeiten dieser Kategorien werden in der anschließenden Tabelle dargestellt:

Als letzte Variable zur Variation des nächtlichen Fluglärms wird – wegen ihrer unterschiedlichen Geräuschcharakteristiken – die Unterteilung in startende und landende Flugzeuge – in die Untersuchung einbezogen. In Tabelle 9 wird diese Klassifizierung in den 90 Lärmnächten der drei STRAIN-Laborstudien (10 Laborphasen x 9 Lärmnächte) aufgezeigt:

	Flugereignis – Landung	Flugereignis – Start
Anzahl	62	28

Tabelle 9: Aufteilung der Flugereignisse für alle Lärmtage in den Laborstudien STRAIN I, II und III in startende und landende Flugzeuge

Leider war für diese Variable, da entsprechende Flugereignisse erst im späteren Verlauf des Projektes aufgenommen wurden, für die vorliegende Arbeit noch nicht gleichverteilt. Dies soll erst mit der nächsten Laborstudie im Frühjahr 2003 erfolgen.

Als relevante abhängige Variablen wird in der vorliegenden Arbeit das Ausmaß von folgenden psychischen Stressindikatoren nach den Lärmnächten durch Fragebögen erhoben:

- Befindlichkeit
- Beanspruchungsstatus
- Erholungsstatus

Ferner wird die Beziehung zwischen den psychometrischen Parametern und folgenden anderen im STRAIN-Projekt erhobenen Stressindikatoren von nächtlichem Fluglärm untersucht¹:

- Kognitive Leistungsfähigkeit
- Subjektive und objektive Schlafmaße
- Endokrinologischer Status

Folgende Moderatorvariablen werden als relevant eingeschätzt und ihr Ausmaß vor Teilnahme an der Laborstudie erhoben:²

- Soziodemographische Merkmale (Alter, Geschlecht, Fluglärmvorbelastung³)
- Überzeugung, dass Fluglärm schädlich für die Gesundheit ist
- Einstellung gegenüber der Geräuschquelle
- Persönlichkeitsmerkmale

Als Mediatorvariable wird während der Studie täglich am Morgen erhoben:

- Eingeschätzte Belästigung durch den Fluglärm der vergangenen Nacht

Der Einfluss von möglichen Störvariablen wird entweder durch Konstanthalten (z.B. die Einstellung der Klimaanlage) oder durch die Randomisierung der Versuchspersonen kontrolliert oder eliminiert (z.B. Schalldämpfung der Schlafräume).

¹ Wie schon mehrfach erwähnt, sollen die Fluglärmeffekte auf diese Parameter an anderer Stelle veröffentlicht werden.

² Durch die Einbeziehung einiger Organismusvariablen (z.B. Alter, Geschlecht) wird zusätzlich dem „Prinzip des RO-Designing“ (Sarris, 1992b) Rechnung getragen.

³ Bei der Zuordnung der Vorbelastung durch Fluglärm wurde dieser Moderator den Personenfaktoren zugerechnet, da er als Resultat einer längeren Einwirkung auf die Person – im Sinne des ‚Ausgangszustands‘ von Kallus (1995) – aufgefasst werden kann.

Auf mögliche Störvariablen, die nicht zu kontrollieren waren beziehungsweise möglicherweise nicht kontrolliert wurden, wird im Diskussionsteil (Kap. 14) eingegangen.

7.2 Versuchsablauf im Labor

Wie schon erwähnt, wurden die Laborstudien in der Arbeitsmedizinischen Simulationsanlage – AMSAN – im DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin durchgeführt. Zur Veranschaulichung wird in der folgenden Abbildung eine Skizze des AMSAN dargestellt:

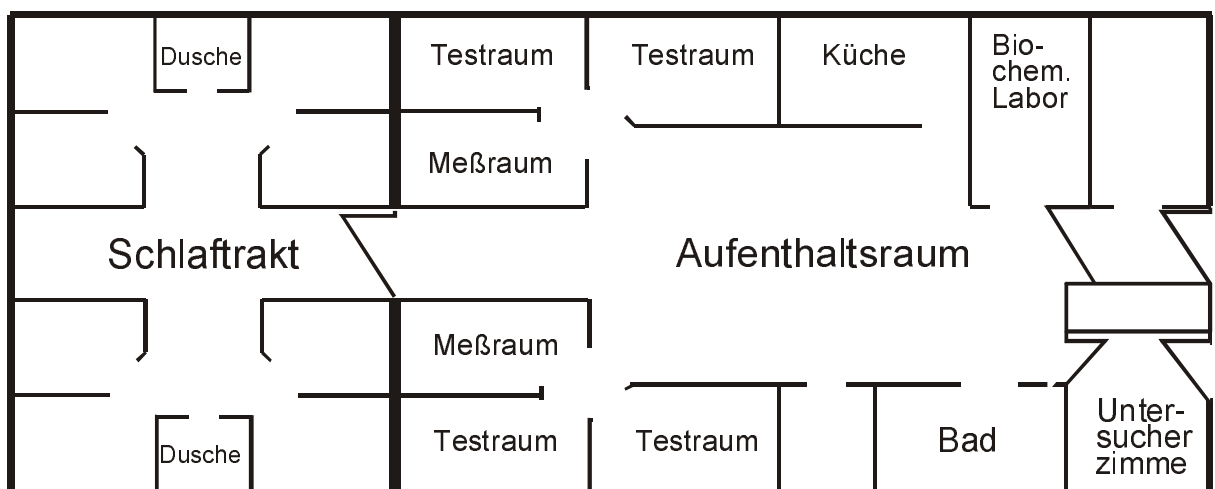


Abbildung 3: Arbeitsmedizinische Simulationsanlage AMSAN – ca. 300 m²

Eine Studienphase im Labor beginnt jeweils am Montagabend und endet nach 13 Labornächten am Sonntagmorgen. Die Versuchspersonen bringen dann die an den fünf vorausgegangenen Tagen zu Hause ausgefüllten Fragebögen mit. Die Abende im Labor werden folgendermaßen gestaltet: Die Versuchspersonen treffen zwischen 18.00 bis spätestens 19.00 Uhr im Labor ein. Dort füllen sie zunächst den Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) und dann den Erholungs-Belastungsfragebogen (EBF) aus.¹ Dann ist ein Toilettengang vorgesehen, um eine Blasenentleerung zu einem definierten Zeitpunkt zu ermöglichen. Im weiteren wird im Aufenthaltsraum der Arbeitsmedizinischen Untersuchungsanlage

¹ Diese Reihenfolge wird gewählt, da es sich bei der Befindlichkeit um einen momentanen Zustand handelt, der nicht durch das Ausfüllen des längeren EBF beeinflusst werden soll. Das gilt auch für die Morgenfragebögen, wo der MDBF wieder als Erster ausgefüllt wird.

(AMSAN) ein leichtes Abendessen gemeinsam eingenommen, wobei wegen ihrer anregenden Wirkung coffeinhaltige Getränke sowie Schokoladenspeisen vermieden werden. Gegen 20.00 Uhr erfolgt das Anbringen der Gel-Elektroden für die Ableitung des EEG. Um 21.00 wird in den einzelnen Schlafräumen jeweils der Leistungstest am Computer durchgeführt (Dauer: ca. 25 Min.). Danach erfolgt dann das Anlegen der restlichen Elektroden zur Ableitung von EEG, EOG, EMG und EKG sowie der EEG-Hauben. In den freien Zeiten dazwischen können die Versuchspersonen im Aufenthaltsraum verschiedenen Freizeitbeschäftigungen nachgehen (z.B. Fernsehen, lesen, Gesellschaftsspiele machen). Gegen 22.40 Uhr wird dann ein Müdigkeitsfragebogen ausgefüllt, der Abend-Urin abgegeben und die restlichen Sensoren angelegt (ein Nasensensor für die Aufzeichnung des Atemstroms, ein Bauchgurt mit integriertem Lagesensor zur Messung der Atembewegungen sowie ein Fingerpuls-Detektor). Die Kabelverbindungen der Sensoren und der Elektroden werden dann in den Schlafräumen an einen Verstärker/ A/D-Wandler angeschlossen. Die Versuchspersonen erhalten über die Sprechanlage eine Instruktion für bestimmte Augenbewegungen, während dessen vom Messraum aus eine Kontrolle der polysomnographischen Ableitungen sowie der übrigen physiologischen Aufzeichnungen erfolgt. Um 23.00 Uhr wird dann das Licht in den einzelnen Schlafräumen ausgeschaltet und die Akustikgeräte zum Einspielen des Fluglärms zeitsynchron mit der Aufzeichnung der polysomnographischen Daten gestartet. Während der Nacht führen zwei Untersucher Aufsicht, wobei die Versuchspersonen über die Sprechanlage diese ansprechen können, beispielsweise wenn im Falle eines Toilettengangs das Lösen der ‚Verkabelung‘ notwendig ist.

Am nächsten Morgen werden die Versuchspersonen um 7.00 Uhr geweckt und füllen zunächst den Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) und dann den speziellen Fluglärmfragebogen (FN-L) aus. Nach dem Ablegen der Elektroden und der Sensoren erfolgt ein Toilettengang – wobei der Sammelurin der Nacht wieder für die biochemische Analyse abgegeben wird. Direkt danach wird der computergestützte Leistungstest in den einzelnen Schlafräumen durchgeführt. Anschließend können die Versuchspersonen duschen und frühstücken und verlassen dann das Labor, um ihren Alltagstätigkeiten nachzugehen.

8 Methoden

In diesem Teil der Arbeit werden nur die in dieser Arbeit verwendeten psychologischen Erhebungsinstrumente beschrieben. Die Operationalisierung der kognitiven Leistungsfähigkeit, der Schlafparameter und der Hormonstatus finden sich im Kap. 5. Alle anderen Methoden, die in den STRAIN-Studien eingesetzt werden, können in anderen Veröffentlichungen nachgelesen werden (z.B. Samel et al., 1999; Basner et al., 2000; Basner et al., 2001). Darüber hinaus wird noch kurz auf die in den STRAIN -Laborstudien eingesetzte akustische Methodik eingegangen.

8.1 Psychologische Erhebungsinstrumente

Bei den eingesetzten Fragebögen handelt es sich um Paper-Pencil-Tests. Mit dem MDBF und dem EBF kommen zwei Erhebungsinstrumente zum Einsatz, die den testtheoretischen Gütekriterien entsprechen. Das gilt natürlich auch für das Freiburger-Persönlichkeits-Inventar. Die in der Studie verwendeten Fluglärmfragebögen sind nicht standardisiert und validiert, wobei allerdings nur Informationen zu einigen Moderator- und Mediatorvariablen (über einzelne Items erfasst) in dieser Arbeit verwendet werden.

8.1.1 Der Mehrdimensionale Befindlichkeits-Fragebogen (MDBF)

Für die Erfassung der ‚Befindlichkeit‘, wie sie im ersten Teil dieser Arbeit (Kap. 5) operationalisiert wurde, soll ein Messinstrument eingesetzt werden, das folgenden Kriterien genügt:

- Bei dem Befindlichkeitsfragebogen sollte es sich um ein neueres Instrument handeln mit aktuellen Gütekriterien, die an einer breiten Stichprobe ermittelt wurden.
- Das Instrument soll standardisiert sein und testtheoretischen Ansprüchen entsprechen.
- Ein relativ kurzer Fragebogen mit eindeutigen und verständlichen Items soll die Motivation der Versuchspersonen bei wiederholtem Ausfüllen erhalten.

- Die Befindlichkeit soll in ihren psychologischen Dimensionen – inklusive der ‚Müdigkeit‘, die für diese Studie besonders relevant ist – auf verschiedenen Skalen erfasst und faktorenanalytisch überprüft werden.¹
- Das Instrument soll zur Erfassung der ‚Befindlichkeit‘ als Zustand geeignet sein, das heißt, es soll eine State-Instruktion besitzen (Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1994, S. 171) und besonders änderungssensitiv hinsichtlich seiner Statevariabilitäts-Sensitivität sein (Eid, 1995).
- Die Items sollen unterschiedlich gepolt sein, um eine einseitige Antworttendenz beim Ausfüllen des Fragebogens vorzubeugen.
- Das Instrument soll auch für Fragestellungen innerhalb eines interdisziplinären Projektes sinnvoll einsetzbar sein (d.h. Zusammenhänge mit physiologischen und leistungspsychologischen Parametern sollen begründbar sein).
- Der Fragebogen sollte nicht direkt auf Fluglärm bezogen sein, um eine ‚Suggestibilität‘ der Versuchspersonen zu vermeiden (vgl. Teil I, Kap. 3).

Als Instrument, das die oben genannten Bedingungen weitgehend erfüllt, wird ‚Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen‘ (MDBF) von Steyer, Schwenkmezger, Notz und Eid (1997) – in der Langform – in dieser Studie zur Erfassung der ‚aktuellen psychischen Befindlichkeit‘ (ebd.) eingesetzt.

Der MDBF wurde in einem durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt zum Thema „Befindlichkeitsmessung und Latent-State-Trait-Modellen entwickelt, wobei eine Adjektivliste zu den drei Dimensionen ‚Wachheit‘, ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ als Grundlage diente (Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1994; 1997). Diese drei theoretisch fundierten Dimensionen wurden bipolar konzipiert. Jede Dimension besteht aus 8 Items, wobei jeweils 4 die positive und 4 die

¹ Fragebögen, die andere psychologische Konstrukte – wie z.B. Lebensqualität, Depression, Angst, Ärger – unter ‚Befindlichkeit‘ subsumieren (z.B. POMS), werden bei der Auswahl eines geeigneten Instrumentes nicht berücksichtigt.

negative Ausprägung erfassen. Insgesamt besteht der MDBF also aus 24 Adjektiven, die jeweils auf die einführende Frage „*Im Moment fühle ich mich*“ auf einer Skala mit 5 Antwortkategorien eingeschätzt werden sollen (die Endpunkte der Skala sind 1 = ‚überhaupt nicht‘ und 5= ‚sehr‘). Die Werte für die einzelnen Items werden zu einem Skalenwert der entsprechenden Dimension zusammengefasst (Steyer et al., 1997):

- Gute Stimmung – Schlechte Stimmung (Skala GS)¹: bei einem hohen Skalenwert fühlt sich die Person eher „wohl, froh und zufrieden“ und bei einem niedrigen Wert eher „unwohl, schlecht, missgestimmt, trübsinnig und unzufrieden“.
- Wachheit – Müdigkeit (Skala WM): bei einem hohen Skalenwert ist die Person eher „wach, ausgeruht, frisch und munter“ und bei einem niedrigen Skalenwert eher „müde, schläfrig und schlapp“.
- Ruhe – Unruhe (Skala RU): bei einem hohen Skalenwert fühlt sich die Person „innerlich ruhig und gelassen“ bei einem niedrigen Wert „angespannt, aufgeregt, nervös, innerlich unruhig“.

Bei der statistischen Analyse der MDBF-Daten von 511 Personen (291 Frauen und 212 Männer im Alter von 17 bis 77 Jahren) über vier Messzeitpunkte wurde eine rechtsgipflige Verteilung – wie allgemein für ‚Befindlichkeitsdaten‘ üblich – festgestellt (Steyer et al., 1994; 1997). Insbesondere sind die Antworthäufigkeiten zu Fragen, die eine negative Stimmung erfassen, schief verteilt (Eid, Notz, Schenkmezger & Steyer, 1994b). Es kann folglich nicht von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden. Eine Normierung wurde nicht durchgeführt, was jedoch bei einem so veränderlichen Konstrukt wie der ‚Befindlichkeit‘ auch nicht sinnvoll wäre.

Bei der Untersuchung der Gütekriterien (Steyer et al., 1997) wurde eine hohe Trennschärfe² der einzelnen Items des MDBF belegt. Die Untersuchung der Reliabilität (Eid et al., 1994) ergab für alle drei Skalen hohe Werte für die Cronbach-

¹ Zur Vereinfachung wird in den folgenden Ausführungen immer nur von Skala ‚Wachheit‘, ‚Stimmung‘ oder ‚Ruhe‘ gesprochen.

² Die Trennschärfe ist das Differenzierungsvermögen eines Items zwischen Personen mit hoher und mit niedriger Merkmalsausprägung.

Alpha-Koeffizienten¹ (Werte für die einzelnen Messzeitpunkte: Skala GS: .90 bis .93; Skala WM: .92 bis .94; Skala RU: .85 bis .91). Die hohe Änderungssensitivität der Skalen konnte über Retest-Korrelationen (4 Messzeitpunkte im Abstand von 3 Wochen) nachgewiesen werden.

Bezüglich seiner Validität wird der MDBF als inhaltsvalide bezeichnet. Als ein Validitätsbeleg wurden auch die hohen Interitem-Korrelationen und die große Homogenität der Items herangezogen (Steyer et al., 1997). Ebenso konnte die diskriminante Validität² nachgewiesen werden.

Als Beleg für die faktorielle Validität konnten in einer explorativen Faktorenanalyse „die ersten drei Faktoren den Großteil der Varianz aufklären ... (Eid et al., 1994b, S.230). Dabei wurden die drei Dimensionen der Befindlichkeit bestätigt. Jedoch wies die Skala RU beim ersten und letzten Messzeitpunkt Mehrfachladungen auf. Ein vierter Faktor wurde als Zustimmung- beziehungsweise Ablehnungstendenz interpretiert und weist auf die je nach Person variierenden Antworttendenzen hin. Durch die gleiche Anzahl von positiv und negativ gepolten Items in jeder Skala kann dieser Faktor jedoch vernachlässigt werden.

Leider wurde eine externe Validierung nicht anhand von physiologischen Parametern durchgeführt. Jedoch ergeben sich aus theoretischen Überlegungen und anhand von empirischen Untersuchungen Hinweise auf Zusammenhänge zwischen psychologischen Befindlichkeitsparametern und physiologischen und leistungspsychologischen Stressparametern (s. Kap. 2 und Kap. 6.5.1).

Neben diesen Gütekriterien der Klassischen Testtheorie (KTT) wurden zusätzlich die Konsistenz und die Variabilität nach der Latent-State-Trait-Theorie³ untersucht. Die Konsistenz gibt den Varianzanteil an, der die ‚habituelle Befindlichkeit‘ (Trait) beschreibt. Die Variabilität erfasst den Varianzanteil, der auf die Situation und die Interaktion von Person und Interaktion zurückgeht. Es überwiegt für alle drei Ska-

¹ Der Cronbachs-Alpha-Koeffizient misst die Korrelation der Items mit dem Gesamtscore und bezeichnet die interne Konsistenz, das heißt, die Homogenität eines Fragebogens.

² Die Korrelation zwischen den Items innerhalb einer Skala ist größer als die zwischen den Items aus verschiedenen Skalen.

³ Bei dieser Theorie handelt es sich um eine Erweiterung der KTT, die außer der Zerlegung eines Messwertes in den wahren Wert und den Messfehler noch eine weitere Varianzquelle (Personen, Situationen und deren Interaktion) berücksichtigt.

len die Konsistenz, die Differenz ist jedoch für die Skala GS und Skala WM größer als für die Skala RU. Damit kann belegt werden, dass der MDBF eher situations- und ferner interaktionsabhängige Befindlichkeitsaspekte erfasst. Dies wird auch durch die niedrigen Koeffizienten für die Stabilität über verschiedene Messzeitpunkte bestätigt (Skala GS: .32; Skala WM: .25), die allerdings für die Skala RM am höchsten ausfällt (.40), das heißt, diese Skala erfasst am ehesten habituelle Aspekte. Darüber hinaus ist eine weitgehende Unabhängigkeit von Befindlichkeitsdaten (Vorform des MDBF) mit überdauernden Motiven belegt (Hüppe & Uhlig, 1990).

8.1.2. Erholungs- und Belastungsfragebogen (EBF)

An ein Messinstrument, das die psychischen Stressindikatoren ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ misst, sollen folgende Kriterien gestellt werden:

- Wie schon für den Befindlichkeitsfragebogen genannt, sollte es sich um ein neueres Instrument handeln, das standardisiert ist und test-theoretischen Ansprüchen entspricht. Die Gütekriterien sollten an einer breiten Stichprobe ermittelt worden sein.
- Der Fragebogen sollte in seiner Instruktion und Konstruktion für die tägliche Erhebung geeignet sein.
- Er sollte Beanspruchung und Erholung mehrdimensional erfassen, wobei auch der für diese Untersuchung bedeutsame Erholungsbereich ‚Schlaf‘ berücksichtigt werden sollte.
- ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ sollen (im Gegensatz zum kurzfristigen Zustand ‚Befindlichkeit‘) als zeitlich etwas längerandauernde Prozesse erfasst werden (und deshalb erst am Abend nach den Fluglärmnächten gemessen werden). An ein Erhebungsinstrument stellt sich somit der Anspruch bei angemessener Retest-Reliabilität ausreichend änderungssensitiv zu sein, um auch tägliche Veränderungen abbilden zu können.
- Der Fragebogen soll für die theoretische Fundierung dieser Arbeit geeignet sein, das heißt, er soll psychische Stressindikatoren erfassen.

sen, die aus der Auseinandersetzung von Person und Umwelt (z.B. mit nächtlichem Fluglärm) resultieren.

- Der Fragebogen sollte nicht direkt auf Fluglärm bezogen sein, um eine ‚Suggestibilität‘ der Versuchspersonen zu vermeiden (vgl. Kap. 3).

Im Erholungs-Belastungs-Fragebogen¹ (EBF-72/3)² von Kallus (1995) wurde ein weitgehend geeignetes Erhebungsinstrument gefunden. Dieser Bogen wurde im Rahmen der biopsychologischen Stressforschung für die Anwendungsbereiche Klinische Psychologie, Gesundheits-, Arbeits- und Sportpsychologie entwickelt. Mit dem EBF soll die „Beanspruchungs-Erholungs-Bilanz von Personen in systematischer Weise“ (ebd.) erhoben werden, um beispielsweise im Rahmen von Studien den präexperimentellen ‚Beanspruchungs-Zustand‘ zu messen (Kallus, 1992, S.137). Er kann bei kumulativer Belastung auch zur Vorhersage der Stressreagibilität eingesetzt werden, das bedeutet, dass er für eine Mehrfachmessung zu verwenden ist.

Der Grad der Beanspruchung beziehungsweise der Erholung wird – wie für diese Studie sinnvoll – als rückwirkende Einschätzung des Ausmaßes über eine bestimmte Zeitspanne erhoben. Allerdings ist in der Instruktion die Erfassung der Beanspruchung und Erholung über einen Zeitraum von drei Tagen vorgesehen. Somit musste für den Einsatz in dieser Studie eine Änderung der Instruktion vorgenommen werden, die eine Erhebung über den Zeitraum eines Tages (nach der jeweiligen Fluglärmnacht) erlaubt.³

¹ An dieser Stelle soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der Verwendung des Begriffs ‚Belastung‘ um eine ‚unglückliche‘ Namensgebung für den Fragebogen handelt, da er eher auf die verursachende Bedingung (den Stressor) verweist, dagegen mit dem Fragebogen aber Reaktionen bzw. Stressindikatoren, also ‚Beanspruchung‘ erfasst werden soll. In dieser Arbeit wird daher konsequent der Begriff ‚Beanspruchung‘ verwendet (s. Kap. 5.1.3), wenn die Reaktion auf eine Belastung gemeint ist.

² Bei der verwendeten Testform handelt es sich um die Langform des EBF mit 72 Items. Es liegen auch Kurzversionen als Paralleltests EBF-24A/3 und EBF-24B/3 vor, sowie Fassungen für den arbeitspsychologischen Einsatz und den Sportbereich, letztere auch als englische und spanische Fassung. Wegen der besseren Gütekriterien wurde jedoch für diese Arbeit die Langform verwendet und im folgenden nur als EBF bezeichnet.

³ Diese Modifizierung wurde nach Rücksprache mit einem Psychologen des SwetsServices und mit dessen Einwilligung durchgeführt. Zur Überprüfung der Kriterienvalidität wurde der EBF vom Testautor auch schon an zwei Tagen hintereinander eingesetzt (Kallus, 1995, S. 32).

Der Beanspruchungszustand wird im EBF vorwiegend als psychische Beanspruchung erfasst, wobei zusätzlich die Bereiche der mentalen (als Subtest aus dem Leistungsbereich) und der physischen Beanspruchung (als somatische Symptome) berücksichtigt werden. Folgende sieben Subskalen für die Beanspruchung liegen vor, aus denen der Gesamtscore ‚Beanspruchung‘ **BEL-G** berechnet wird:

- *Allgemeine Belastung¹ – Niedergeschlagenheit*: **BEL-ALLG** (als unspezifische Beanspruchungsreaktionen)
- *Emotionale Belastung*: **BEL-EMO** (infolge von Ängsten, Hemmungen, Ärger)
- *Soziale Spannungen*: **BEL-SOZ** (infolge von Belastungen im sozialen Bereich)
- *Ungelöste Konflikte – Erfolglosigkeit*: **KONFL** (Beanspruchung im Leistungsbereich)
- *Übermüdung – Zeitdruck*: **UEBMUED** (Beanspruchung im Leistungsbereich)
- *Energielosigkeit – Unkonzentriertheit*: **ENLOS** (Beanspruchung im Leistungsbereich)
- *Körperliche Beschwerden*: **BEL-SOM** (Beanspruchung im körperlichen Bereich)

Für den Bereich der Erholung liegen fünf Subskalen vor, aus denen der Gesamtscore ‚Erholung‘ **ERH-G** gebildet wird:

- *Erfolg – Leistungsfähigkeit*: **ERFOLG** (Erholung im Leistungsbereich)
- *Erholung im sozialen Bereich*: **ERH-SOZ**
- *Körperliche Erholung*: **ERH-SOM**

¹ Wie schon erwähnt, wird die Bezeichnung ‚Belastung‘ für den EBF und seinen Skalen als unglücklich bezeichnet, da es sich um Beanspruchung, also einer Reaktion auf eine Belastung handelt. In dieser Arbeit wird der Begriff nur bei der Benennung der Skalen – wie sie Kallus (1995) vorgenommen hat, verwendet und ansonsten von Beanspruchung gesprochen.

- *Allgemeine Erholung – Wohlbefinden*: **ERH-ALLG** (gute Stimmung, Entspannung, Zufriedenheit)
- *Erholsamer Schlaf*: **SCHLAF** (ausgeschlafenes Aussehen, Fehlen von Einschlaf- und Durchschlafstörungen)

Für alle Subskalen liegen sechs Items vor, für die auf 7-stufigen Skalen (mit den Antwortalternativen: nie – selten – manchmal – mehrmals – oft – sehr oft – immerzu) die Häufigkeit von ‚Gegebenheiten‘ eingeschätzt wird. Diese sollen zum einen relativ „verhaltensnah“ und zum anderen als subjektiv bewertete Ereignisse erfasst werden (ebd.). Dazu wird ein durchschnittlicher Score für jede Skala gebildet (wenn mindestens 50% der Items beantwortet sind) und diese Scores der entsprechenden Subskalen zu einem Gesamtscore ‚Beanspruchung‘ **BEL-G** und Gesamtscore ‚Erholung‘ **ERH-G** aufaddiert. Beide Hauptscores dürfen jedoch nicht zusammengefasst werden, da „die Kovarianzstruktur zwischen den Subtests für Erholung und Beanspruchung ... weder linear noch symmetrisch [ist]“ (ebd. S.24), das heißt, es kann nicht von einer Bipolarität ausgegangen werden. Durch diese relative Unabhängigkeit von ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘, können beide in dieser Arbeit zur Prädiktion der Effekte von nächtlichem Fluglärm herangezogen werden.

Der EBF wurde unter Berücksichtigung von inhaltlichen und formalen Kriterien aus einem Itempool zu verschiedenen Bereichen durch Itemselektion und Subtestbildung nach den Prinzipien der klassischen Testtheorie konstruiert. Es wurden drei Konstruktionsstichproben gebildet (insgesamt: N=137; Alter: 18-35 Jahre). Die hier verwendete Langversion EBF 72/3 wurde in einer Untersuchung von Hüppe und Uhling (1990) validiert (N=420, Alter 10-69, w=280, m=140). Für die EBF-Daten resultieren ebenfalls schiefe Verteilungen. Dabei konnten folgende Untergruppen festgestellt werden (Kallus, 1992, S.137): Personen mit geringer Beanspruchung und geringer Erholung, mit geringer Beanspruchung und hoher Erholung, mit hoher Beanspruchung und geringer Erholung (die Kombination von hoher Beanspruchung und Erholung kommt praktisch nicht vor).

Die Untersuchung der Reliabilität ergab für alle 12 Skalen hohe Werte für die Cronbachs-Alpha-Koeffizienten (.80 bis .97), was auf eine gute bis sehr gute interne Konsistenz spricht. Eine relativ hohe Retest-Reliabilität (allerdings nur für die

Kurzform EBF-A erhoben) spricht für die Stabilität der EBF-Ergebnisse, das heißt, dass zeitlich etwas überdauernde Konstrukte gemessen werden wie es bei der Befindlichkeitsmessung der Fall ist.

Bei der Überprüfung von Validitätsaspekten wurden für die Konstruktvalidität nur teilweise stabile Subtestinterkorrelationen über die verschiedenen Stichproben hinweg gefunden. Dies gilt besonders für die Subtests ‚Konflikte‘, ‚Erfolg‘ und ‚Körperliche Beschwerden‘ (die allerdings nur für die Kurzversion EBF-A erhoben wurden). Wie schon erwähnt, verbietet sich durch diese Asymmetrie eine Zusammenfassung des Beanspruchungs- und Erholungs-Gesamtscores. Bei der Ermittlung der faktoriellen Validität wurde eine 2-Faktoren-Lösung bevorzugt, die eine Varianz von 66,4% aufklärt. Auf den ersten Faktor laden alle Beanspruchungs-Subtests positiv (.72 bis .85) sowie einige Erholungs-Subtests (körperliche Erholung, allgemeine Erholung und Schlaf) negativ (-.28 bis -.53). Der zweite Faktor umfasst den Bereich der Erholung (.58 bis .84). Diese Zwei-Faktorenlösung ist auch weitgehend geschlechtsunabhängig. Die Subtests ‚Allgemeine Belastung‘ und ‚Körperliche Belastung‘ laden negativ auf diesen Faktor (-.31 und -.35). Kallus (1995, S.30) leitet aus dieser Asymmetrie ab, „dass zumindest auf der Fragebogenebene Belastung und Stress nicht zwingend mit dem Fehlen von Erholung einhergehen und dass Erholungen durchaus mit subjektiven Belastungen verbunden sein können“. Als Beleg für die Kriterienvalidität wurde eine hohe Korrelation mit der Eigenschaftswörterliste (EWL) zur Erhebung der aktuellen Befindlichkeit verwendet und als „voll erfüllt“ bewertet (ebd.). Als weitere externe Kriterien konnte der EBF im Verlaufe einer Prüfungssituation psychische und somatische Beschwerden signifikant vorhersagen. Besonders geeignet waren dazu die Beanspruchungswerte. Auch die Krankheitsanfälligkeit in der Poststressphase konnte durch den EBF prognostiziert werden (Deinzer et al., 1994, zitiert nach Kallus, 1995). Darüber hinaus wurde die externe Validität des EBF auch im Rahmen von Stressbewältigungstrainings belegt.

8.1.3 Allgemeiner Fluglärmfragebogen (FA) und Spezieller Fluglärmfragebogen (FN-L)

Der FA und der FN-L wurden aus gängigen Fragebögen der Lärmwirkungsforschung zusammengestellt. Es handelt sich bei diesen Instrumenten um nicht-standardisierte, nicht validierte Fragebögen. Der FA wird vor der Studienteilnahme

eingesetzt und dient hauptsächlich der Erhebung wesentlicher soziodemographischer Daten, situativer Merkmale und konkreter Fragen zu bisherigen Fluglärmbelastungen und zu Einstellungen gegenüber Flugverkehr beziehungsweise Fluglärm. Auch konkrete Aktionen gegen Fluglärm werden dabei erfragt. Darüber hinaus dient der FA auch zur Ermittlung von ersten Ausschlusskriterien für die Auswahl von Versuchspersonen, beispielsweise der Schlafgewohnheiten oder der gesundheitlichen Problematiken. An dieser Stelle soll nicht der komplette Fragebogen beschrieben werden, sondern nur die für diese Untersuchung relevanten Aspekte aufgeführt werden. Dabei erfolgt eine Beschränkung auf die wesentlichsten Moderatorvariablen:¹

- Soziodemographische Merkmale: Alter, Geschlecht und Fluglärmvorbeltung (Selbsteinschätzung: 1 Item)
- Einstellung, dass Fluglärm gesundheitsschädlich ist (Selbsteinschätzung: 1 Item)
- Einstellung gegenüber der Geräuschquelle (Selbsteinschätzung: 1 Item)

Der FN-L wird am Morgen nach jeder Labornacht eingesetzt und enthält Fragen zum subjektiven Schlaferleben, nach dem Erleben von Fluglärm und nach körperlichen Symptomen als unmittelbare Folge auf den Fluglärm der vergangenen Nacht. Für die vorliegende Studie werden folgende Bereiche berücksichtigt:

- Erlebte Belästigung durch Fluglärm
- Subjektives Schlaferleben: Quantität und Qualität des Schlafes, Aufwachhäufigkeit

Wegen der in den gängigen Instrumenten häufigen Verwendung von Ja/Nein-Antwortkategorien, wurde im Rahmen dieser Studie – wo es sinnvoll erschien – eine 5-stufige Likertskalierung in den Dimensionen der Häufigkeit (nie – selten – gelegentlich – oft – immer) und der Intensität (nicht – wenig – mittelmäßig – ziemlich – sehr) eingesetzt. Diese Skalierung mit den genannten Formulierungen erfüllt nach einer Untersuchung von Rohmann (1978) am ehesten das Kriterium der

¹ Diese Beschränkung ist im Hinblick auf eine nicht zu geringe Zellengröße bei der statistischen Analyse der Daten sinnvoll.

Äquidistanz und repräsentiert somit ein metrisches Skalenniveau. Für die Erfassung der Mediatorvariablen ‚Belästigung‘ wurde einmal die 11-stufige ‚Thermometerskala‘ wegen ihres häufigen Einsatzes in der Lärmwirkungsforschung (vgl. Kap. 1.2.2) und eine 5-stufige Likertskala eingesetzt, die in ihren Antwortalternativen bereits ausreichend differenziert ist und eventuell bessere Skaleneigenschaften aufweist (ebd.). Darüber hinaus kann vermutet werden, dass die 11-stufige Skala überdifferenziert ist (s. Kap. 2.2.2). Durch den Vergleich der beiden Skalen in der vorliegenden Untersuchung kann diese Annahme empirisch überprüft werden.

8.1.4 Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI)

In dieser Studie wird das Freiburger Persönlichkeitsinventar von Fahrenberg, Hampel und Selg (1994) in seiner modifizierten Form (FPI-R)¹ eingesetzt. Das FPI ist das – nach dem Hamburg-Wechsler-Test – am häufigsten verwendete psychologische Testverfahren (Grubitzsch, 1991). Es erfasst die bipolaren Ausprägungen von faktorenanalytisch ermittelten Persönlichkeitsmerkmalen, das bedeutet, dass es nicht unmittelbar auf eine bestimmte Persönlichkeitstheorie bezogen ist. Folgende Trait-Dimensionen – von denen jedoch nur theoretisch und empirisch relevante Merkmale in dieser Untersuchung als Moderatorvariablen herangezogen werden (s. Kap. 6.3.2) – werden durch den FPI erfasst:

- Allgemeine Lebenszufriedenheit
- Leistungsbereitschaft
- Aggression
- Erregbarkeit
- Körperliche Beschwerden
- Gesundheitssorgen
- Offenheit
- Extraversion

¹ Wenn im weiteren Verlauf der Arbeit wird nur die Bezeichnung FPI verwendet wird, ist damit immer der FPI-R (6. Auflage) gemeint.

- Emotionale Labilität

Die Normen wurden an großen Eichpopulationen getrennt für Geschlecht und die Altersgruppen 15-31, 31-50 und über 51 erhoben. Anhand des Vergleichs mit den speziellen Normen können Stanine-Werte für jedes Merkmal errechnet und ein ‚Persönlichkeitsprofil‘ erstellt werden.¹ Die Reliabilität liegt zwischen .43 und .92. Belege die Sicherung der Kriteriumsvalidität wurden erbracht.

Der FPI dient zum einen als Instrument für die psychologische Versuchspersonenauswahl (vgl. Kap. 8) und zum anderen zur Erfassung von theoretisch begründbaren und empirisch relevanten Moderatorvariablen.

8.2 Akustische Methodik zur Aufnahme und Wiedergabe des ‚Nachtfluglärms‘

In vielen Feldstudien (z.B. Oliva, 1998) werden geschätzte Pegelmaße verwendet, die wegen unterschiedlicher Umgebungsbedingungen (z.B. Schallausbreitung, -dämmung, Witterung) zu ungenau sind (vgl. Grigg et al., 2000). Für die STRAIN -Laborstudien ist es deshalb ein Anliegen, mit moderner Technik eine möglichst wirklichkeitsgetreue Aufnahme und Wiedergabe von Fluglärmgeräuschen zu erzielen. Deshalb wurden die eingespielten Fluggeräusche in den Schlafzimmern von Anwohnern des Düsseldorfer und Köln-Bonner Flughafens aufgenommen (bei gekipptem Fenster). Dabei wurde die Empfehlung von Linnemeier (1995, S.12), dass zur Standardisierung die Messung des Maximalpegels 1m vom Kopfende der schlafenden Versuchsperson durchgeführt werden soll, berücksichtigt. Bei einer Innenmessung ist das Geräusch etwa um 14 dB (A) leiser als bei der Außenmessung (Bishop, 1966).² Der Fluglärm wurde zweikanalig mit Schallpegelmessern der Klasse 1 und einer maximalen Abtastrate von 48 kHz aufgezeichnet.

¹ An dieser Stelle soll nochmals (s. Kap. 2) – gerade wegen der fahrlässigen Verwendung und Interpretation des FPI auch in der Lärmwirkungsforschung – ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass das FPI nur ein ‚Bestandteil‘ einer umfassenden Persönlichkeitsdiagnostik ist, die im Studium der Psychologie in einer mehrjährigen Ausbildung vermittelt wird. Die Anwendung und Interpretation des FPI ist deshalb – auch um einen Missbrauch durch vermeintliche Kenntnisse der ‚Persönlichkeit‘ der untersuchten Personen vorzubeugen - nur für diese Berufsgruppe zugelassen (vgl. Testkuratorium der Föderation Deutscher Psychologenvereinigungen, 1986).

² Wie eigene Messungen aus den mittlerweile anlaufenden Feldstudien bisher zeigen, kann diese Dämmung beträchtlich variieren.

Die Einspielung des Fluglärms erfolgt über Boxen in die schallisolierten und vorher eingemessenen Schlafräume der Versuchspersonen. Für die vorliegende Laborstudie wird zum einen ein nur auf die nächtlichen Fluggeräusche innerhalb von acht Stunden bezogener Mittelungspegel ($L_{eq, \text{event}}$) verwendet, zum anderen gehen auch das kontinuierliche Geräusch der Klimaanlage sowie andere Störgeräusche in einen ‚Gesamt-Mittelungspegel‘ über acht Stunden ($L_{eq, \text{gesamt}}$) ein. Allerdings soll in dieser Untersuchung nur der auf den Fluglärm zurückgeführte Mittelungspegel (oder energieäquivalenter Dauerschallpegel oder vereinfacht: Mittelungspegel) – der auch als L_{eq3} bezeichnet wird – als unabhängige Variable in die statistischen Analysen einbezogen werden, da der Einfluss von anderen Störgeräuschen durch das Kontroll-Gruppen-Design kontrolliert ist und das Geräusch der Klimaanlage konstantgehalten wird. Außerdem wird der Differenz zwischen dem Fluglärmereignis und dem Hintergrundpegel für die Reaktionen auf Fluglärm eine größere Bedeutung als den absoluten Fluggeräuschen zugesprochen (Berglund et al., 1999).

9 Statistische Verfahren

Die Berechnungen wurden mit dem Statistik-Paket SPSS der Version 10.0 durchgeführt. Zunächst kommen in dieser Untersuchung deskriptive Methoden für die Ermittlung der statistischen Kennwerte (Maße der zentralen Tendenz, Maße der Dispersion, Verteilungskennwerte) zum Einsatz. Dabei soll geprüft werden, ob für die jeweiligen Messdaten ein metrisches Skalenniveau angenommen werden kann¹ und ob eine hinreichende Normalverteilung gegeben ist (Kolmogorov-Smirnov-Test).

Für den Vergleich der Daten der Experimental- und der Kontrollgruppe wird die Verteilung bestimmter relevanter Merkmale (demografische und psychologische Moderatorvariablen) mittels deskriptiver Analysen untersucht (s. Kap. 8). Eventuelle Unterschiede werden danach mit inferenzstatistischen Verfahren auf ihre statistische Signifikanz überprüft (Mann-Whitney-U-Test, Chi-Quadrat-Test).

Die Auswahl der inferenzstatistischen Verfahren hängt von der Analyse über die Verteilung der Daten ab, das heißt, dass bei nicht hinreichender Normalverteilung nicht-parametrische Verfahren bevorzugt eingesetzt werden. Weil meistens gerichtete Untersuchungshypothesen aufgestellt wurden (s. Kap. 6), kann eine einseitige Testung bei den Verfahren gewählt und dadurch eine höhere Teststärke erreicht werden (vgl. Bortz, 1999). Zur Überprüfung der den Berechnungen zugrunde liegenden Globalhypothesen werden Bonferoni-Korrekturen der Signifikanz von Korrelationskoeffizienten und Prüfgrößen durchgeführt (ebd.).

Die Hypothesen über den Zusammenhang zwischen akustischen Fluglärmmaßen und den Befindlichkeits-, Beanspruchungs- und Erholungsdaten werden mittels korrelationsstatistischer Analysen überprüft. Dabei wird bei nicht hinreichender Normalverteilung und nicht abgesicherter Äquidistanz der erhobenen Fragebogendaten die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman zum Einsatz kommen (vgl. Bortz, 1999). Die Unterschiedshypothesen für die nominale Variable ‚Start – Landung‘ werden über einen Mann-Whitney-U-Test geprüft.

¹ Kallus (1992) weist darauf hin, dass „Befindensdaten als schwächere Glieder der Datenkette“ häufig extrem schief verteilt sind (vgl. auch Debus, Erdmann & Kallus, 1995).

Der Einfluss der Moderatoren wird ebenfalls über Rangkorrelationsanalysen untersucht, mit Ausnahme der nominalen Variablen ‚Geschlecht‘, deren Einfluss auf die psychischen Stressindikatoren über den Mann-Whitney-U-Test untersucht wird.

Erweitert werden diese Berechnungen noch durch Partialkorrelationsanalysen, wobei der Einfluss von relevanten Moderatorvariablen herauspartialisiert wird, um eventuelle Scheinkorrelationen zwischen den unabhängigen und abhängigen Variablen zu identifizieren. Auch der Zusammenhang zwischen den erhobenen Fragebogendaten und den Hormon-, Leistungs- und Schlafparametern wird über Rangkorrelationsanalysen untersucht.

Die Unterschiedshypothesen über den intraindividuellen Vergleich der Werte von verschiedenen Messzeitpunkten werden sowohl für die Kontroll- als auch für die Experimentalgruppe anhand eines abhängigen t-Tests bzw. bei nicht-metrischer Datenqualität mit dem Wilcoxon-Test getestet. Für den interindividuellen Vergleich der Messwerte von Kontroll- und Experimentalgruppe werden unabhängige t-Tests oder – als nonparametrische Verfahren – Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Dabei hat der interindividuelle Vergleich einen „höheren Bewährungsgrad“, da bei einem intraindividuellen Design auch andere Einflüsse als die untersuchten unabhängigen Variablen einen Einfluss haben können, jedoch durch die Randomisierung der Kontroll- und Experimentalbedingung die Kontrolle von möglichen Störvariablen gesichert ist (Stelzl, 1982).

Auf einer weiteren Ebene der statistischen Analyse werden mittels varianzanalytischer Verfahren die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Fluglärmvariablen (unabhängige Variablen), den Moderatoren sowie den psychologischen Variablen (abhängige Variablen) nach dem „Prinzip der Quadratsummenzerlegung“ vertiefend untersucht. In ein- und zweifaktoriellen Varianzanalysen¹ wird die „Overall-Signifikanz“ (Bortz, 1999) der Modelle getestet und mit nachfolgenden A-posteriori-Vergleichen (Scheffé-Tests)² geprüft, welche signifikanten Unterschiede zwischen den Kategorien der unabhängigen Variablen

¹ Voraussetzung für die Anwendung einer einfaktoriellen Varianzanalyse ist die Normalverteilung der Fehlerkomponenten und die Gleichheit der Fehlervarianzen (Stelzl, 1982; Bortz, 1999).

² Wenn keiner der Scheffé-Tests signifikant ist, muss mindestens einer der möglichen Einzelvergleiche Signifikanz aufweisen (Bortz, 1999, S.263)

(Dauerschallpegel, Maximalpegel, Pegelhäufigkeit) und den zugeordneten Zellenmittelwerten der abhängigen Variablen (Befindlichkeits-, Beanspruchungs- und Erholungsdaten) bestehen. In zweifaktoriellen Varianzanalysen (Maximalpegel und Pegelhäufigkeit als unabhängige Faktoren) wird zusätzlich noch eine Interaktionshypothese, das heißt ein eigenständiger Effekt durch die Kombination einzelner Faktorstufen untersucht.¹

Ebenfalls wird der Einfluss der Variablen ‚Belästigung‘ auf die Befindlichkeits-, Beanspruchungs- und Erholungsskalen über Varianzanalysen untersucht. Dieses Vorgehen wird aufgrund der theoretisch postulierten Rolle der Belästigung als Mediator (s. Kap. 5) begründet, da es sich bei der ‚Belästigung‘ nicht um einen experimentell variierbaren Faktor handelt.

Der Einfluss von zusätzlichen Moderator- bzw. Mediatorvariablen (z.B. Alter, Geschlecht, Fluglärmvorbelastung, Einstellung gegenüber Fluglärm, Belästigung) soll durch kovarianzanalytische Verfahren geklärt und „neutralisiert“ (ebd.) werden². Um die Größe der Bedeutung der jeweiligen Faktoren für die Varianzaufklärung der abhängigen Variablen zu eruieren, werden zudem Eta-Quadrate berechnet.

Das Verfahren der Varianzanalysen ohne Messwiederholung wird trotz des Vorliegens eines Misch-Designs (s. Kap. 7) gewählt (jede Versuchsperson wird so behandelt, als wenn sie nur einmal unter einer bestimmten Bedingung gemessen wurde). Begründet wird dieser Einsatz damit, dass in der vorliegenden Studie zwar nicht „jeder Faktorstufenkombination eine eigene Zufallstichprobe zugewiesen wird“ (Bortz, 1999, S.338), jedoch auch kein komplettes Messwiederholungs-Design vorliegt. Die kritische Reflexion dieses Vorgehens wird an anderer Stelle vorgenommen (s. Kap. 14).

¹ Nach Bortz (1999) haben mehrfaktorielle Versuchspläne zusätzlich den Vorteil, dass die Fehlervarianz gegenüber einer univariaten Analyse deutlich reduziert wird.

² Voraussetzung für dieses Verfahren ist die Gleichheit der Stichprobengröße, die Homogenität der Regression und die Normalverteilung der Residuen. Allerdings ist das Verfahren gegenüber Verletzungen dieser Bedingungen sehr robust (Bortz, 1999); vgl. auch Sarris (1992a).

10 Stichprobe

In der vorliegenden Untersuchung wird eine Stichprobe aus einer „normalgesunden“¹ Population von Erwachsenen im Alter von 18 bis 65 Jahren untersucht. Im folgenden Kapitel (5.1) werden zunächst Anwerbung und Auswahl der Versuchspersonen für die Laborstudien dargestellt. In einem weiteren Kapitel (5.2) wird die angefallene Stichprobe – getrennt in Kontroll- und Experimentalgruppe – dann hinsichtlich demographischer Merkmalen beschrieben.

10.1 Stichprobenauswahl

Interessierte Personen wurden mittels Aushängen in Geschäften und öffentlichen Einrichtungen (vorwiegend in den rechtsrheinischen Gemeinden zwischen Köln und Bonn), Anzeigen in regionalen Zeitungen, direkten Ansprechens Besuchern und Besucherinnen an ‚Tagen der offenen Tür‘ im DLR, sowie von DLR-Kollegen und –Kolleginnen (außerhalb der Arbeitsgruppe) über das Intranet beziehungsweise über die interne Informationsschrift angesprochen. Dabei fanden sich überwiegend Interessenten aus der näheren Umgebung von Köln und Bonn, in selteneren Fällen mit Entfernungen bis zu 100 km vom DLR.

Diese interessierten Personen erhielten einen allgemeinen Fluglärmfragebogen (FA) per Post, worin sie u.a. Angaben zu ihrer Wohnsituation, ihrem Gesundheitszustand und ihren Schlafgewohnheiten machen sollten.² Anhand einer ersten Auswahl durch den FA wurden die Interessenten dann zu Informationsveranstaltungen in das DLR eingeladen und ausführlich über den Versuchsablauf aufgeklärt. Die weiterhin interessierten Personen füllten dann das Freiburger Persönlichkeits-Inventar (FPI) aus (s. Kap. 8), das zum einen der Auswahl der Versuchspersonen und zum anderen der Erhebung der in dieser Studie als Mode-

¹ Unter ‚normalgesund‘ wird der Ausschluss schwerwiegender Erkrankungen und, da es um eine Lärmstudie geht, ein altersentsprechendes normales Hörvermögen verstanden (medizinische Untersuchung). Darüber hinaus werden einige in der Norm der Alters- und Geschlechtsgruppe liegende Persönlichkeitsmerkmale vorausgesetzt (Freiburger-Persönlichkeits-Inventar), obwohl damit noch keine Aussagen über die psychische Gesundheit bzw. Krankheit gemacht werden können.

² Da die Probandenauswahl für die weiteren STRAIN -Studien noch erfolgt, soll an dieser Stelle auf eine ausführliche Benennung der Auswahlkriterien verzichtet werden.

ratorvariablen verwendeten Personenmerkmale diente (s. Kap. 5).¹ Aufgrund der ungleichen Verteilung der Altersgruppen (der Anteil der jüngeren Interessenten überwog deutlich), wurde bei der jüngeren Altersgruppe (18-33 Jahre) zusätzlich gelöst, welche Personen im weiteren Auswahlverfahren teilnehmen konnten.

Die verbleibenden Interessenten wurden dann zur medizinischen Untersuchung eingeladen, wobei vor allem Personen, die nicht über ein altersspezifisch normales Hörvermögen verfügen oder unter schwerwiegenden Erkrankungen (z.B. des Herz-Kreislauf-Systems) leiden, ausgeschlossen wurden. Im weiteren Verlauf erfolgte das Training der computergestützten Leistungstestbatterie (s. Kap. 5.3.1) in insgesamt 40 Trainingseinheiten (die an 5 oder 10 Terminen bis kurz vor Studienbeginn absolviert wurden). Bei dauerhaften inkonsistenten Trainings-Ergebnissen (z.B. infolge fehlender Motivation oder von Überlastung), aber auch bei sonstigem auffälligen Verhalten wurden weitere Interessenten ausgeschlossen. Die Personen mit den besten Trainingsverläufen wurden als Versuchspersonen für die jeweilige Versuchsphase ausgewählt, wobei einige Personen (mit etwas inkonsistenteren Verläufen) sich noch als 'Back-Up' zur Verfügung stellten und eventuell eingetauscht werden konnten (z.B. im Falle von polysomnographisch ermittelten Auffälligkeiten in der ersten Labornacht, wie Schlaf-Apnoen).

10.2 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt nahmen 96 Personen an den Laborversuchen im Rahmen von STRAIN I, II und III teil, davon 16 Personen in der Kontrollbedingung. In Tabelle 10 werden einige statistische Kennwerte und die Häufigkeiten einiger soziodemographischer Merkmale für die Personen der Experimentalgruppe (N=80) und der Kontrollgruppe (N=16) dargestellt:

¹ Die Auswahl erfolgte im Hinblick auf eine ‚soziale Verträglichkeit‘ im Laborsetting sowie auf eine Vermeidung von Extremen in einigen Merkmalsbereichen, unter der Vorgabe, dass auch im psychischen Bereich nur Personen mit ‚normaler‘ Ausprägung dieser Merkmale untersucht werden sollen. Auf eine genaue Darstellung der Kriterien soll aus den oben (FN 1) genannten Gründen verzichtet werden. Darüber hinaus kann Einsatz des FPI nur als ‚grobes Screening‘ angesehen werden - und lässt für sich allein keine allgemeinen Aussagen über die Persönlichkeit des Menschen zu. Auf eine umfassende psychologische Begutachtung wurde aus Zeitgründen verzichtet.

Darüber hinaus wurden in der Norm liegenden Werte für die Skala ‚Offenheit‘ des FPI gewünscht, da eine geringe Offenheit für einen Antwortstil spricht, der stark von sozialer Erwünschtheit geprägt ist und somit davon ausgegangen werden kann, dass dieser auch beim Ausfüllen der in dieser Untersuchung verwendeten Fragebögen zum Tragen kommt und die Ergebnisse verfälschen kann (vgl. Eid, Notz, Schwenkmezger & Steyer, 1994a).

	Experimentalgruppe (N=80)		Kontrollgruppe (N=16)	
Alter:				
Mittelwert /Median:	39.38 / 38.00		40.44 / 37.00	
Standardabweichung:	13.23		12.79	
Minimum/Maximum:	20/66		24/59	
18-34 Jahre (Kat. 1):	n=34	42.5%	n=6	37.5%
35-49 Jahre (Kat. 2):	n=23	28.75%	n=5	31.25%
50-65(66) (Kat.3):	n=23	28.75%	n=5	31.25%
Geschlecht:				
0 = männlich	n=32	40%	n=6	37.5%
1 = weiblich:	n=48	60%	n=10	62.5%
Schulbildung:				
1 = kein Schulabschluss	n=0		n=0	
2 = Sonderschule	n=0		n=0	
3 = Hauptschule	n=10	12.5%	n=4	25.0%
4 = Realschule	n=23	28.8%	n=6	37.5%
5 = Gymnasium	n=47	58.8%	n=6	37.5%
Fluglärmvorbelastung:				
1 = nicht	n=35	31.3%	n=5	31.3%
2 = wenig	n=27	26.3%	n=7	43.8%
3 = mittelmäßig	n=8	27.5%	n=3	6.3%
4 = ziemlich	n=7	8.8%	n=3	18.8%
5 = sehr	n=3	6.3%	n=0	
Einstellung gegenüber Flugverkehr:				
1 = negativ	n=1	1.3%	n=0	
2 = eher negativ	n=12	15.0%	n=6.3%	
3 = neutral	n=31	38.8%	n=50.0%	
4 = eher positiv	n=20	25.0%	n=25.0%	
5 = positiv	n=16	20.0%	n=18.8%	
Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm:				
1 = sehr schlecht	n=3	3.8%	n=0	
2 = schlecht	n=17	21.3%	n=3	18.8%
3 = mittelmäßig	n=43	43.8%	n=9	56.3%
4 = gut	n=17	21.3%	n=4	25.0%
5 = sehr gut	n=0		n=0	

Tabelle 10: Häufigkeiten ausgewählter demographischer Variablen und psychischer Moderatorvariablen für die Experimental- und die Kontrollgruppe. Für die Variable ‚Alter‘ werden zusätzlich einige statistische Kennwerte aufgeführt sowie drei Kategorien gebildet.

Bei der Untersuchung einer „angefallenen Stichprobe“ kann generell nur eine annähernde Repräsentativität erwartet werden (Bortz, 1994). Hinsichtlich des Alters wird eine hinreichende Normalverteilung für die Kontrollgruppe über den Kolmogorov-Smirnov-Test ($p=.920$) belegt, diese besteht für die Experimentalgruppe jedoch nur eingeschränkt ($p=.059$). Es wurden etwas mehr Frauen (60%) in die Stichproben aufgenommen, als es einer repräsentativen Stichprobe entspricht. Für die Ausprägungen der Variablen Fluglärmvorbelastung kann eine hinreichende Normalverteilung nur für die Kontrollgruppe ($p=.122$), jedoch nicht für die Experimentalgruppe ($p=.010$) belegt werden. Um einen Unterschied zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe vor der Studienteilnahme in der Ausprägung von relevanten Moderatorvariablen zu überprüfen, wurden Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt und die Ergebnisse in Tabelle 11 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Z-Werte (Prüfgröße)	Signifikanz (2-seitig)
Alter	51.16	47.97	-0.418	.676
Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm	44.22	49.36	-0.699	.485
Einstellung gegenüber Fluglärm	50.19	48.16	-0.279	.780
Überzeugung: Erfolg gegen Fluglärm	51.88	48.16	-0.586	.558
Allgemeine Lebenszu- friedenheit	52.81	47.64	-0.694	.488
Erregbarkeit	42.81	49.64	-0.916	.360
Gesundheitssorgen	56.53	46.89	-1.281	0.200
Extraversion	65.44	45.11	-2.699**	.007
Emotionalität	41.47	49.91	-1.132	0.258

*Tabelle 11: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests für den Vergleich zwischen **Kontroll-** und **Experimentalgruppe** in der Ausprägung von relevanten Moderatorvariablen vor Studienbeginn. Signifikante Z-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Für die beiden Variablen ‚Geschlecht‘ und ‚Schulbildung‘ wird zum Vergleich der jeweiligen Anteile in Kontroll- und Experimentalgruppe ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt und in Tabelle 12 dargestellt:

Chi-Quadrat-Test	Chi-Quadrat Ko	Signifikanz Ko	Chi-Quadrat Ex	Signifikanz Ex
Geschlecht	1.000	.317	3.200	.074
Schulbildung	0.500	0.779	26.425	.000

*Tabelle 12: Chi-Quadrat-Test für den Vergleich der Variablen ‚Geschlecht‘ und ‚Schulbildung‘ zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe. Signifikante Chi-Quadrat-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Die Unterschiede der Ausprägungen von relevanten Moderatorvariablen erzielen bis auf die Verteilungen im Merkmal ‚Extraversion‘, das in der Kontrollgruppe sehr signifikant höher ist, keine Signifikanz. Trotz der unterschiedlichen Gruppengröße können somit die beiden Stichproben hinsichtlich der Moderatoren als vergleichbar betrachtet werden. Die Verteilungen der Variablen ‚Geschlecht‘ (trendmäßig mehr Frauen) und insbesondere der ‚Bildung‘ (höhere Bildung als erwartet) sind nur in der Experimentalgruppe überzufällig.

Insgesamt betrachtet kann unter Vorbehalt eine Repräsentativität der Stichproben bezüglich einer ‚normalgesunden‘, erwachsenen Population von Bundesbürgern- und Bundesbürgerinnen (mit Einschränkung auf die alten Bundesländer¹) angenommen werden.

¹ An der Studie nahm bisher nur eine Versuchsperson aus den neuen Bundesländern teil. Es wird darüber hinaus auch angenommen, dass die Problematik des nächtlichen Fluglärms in den neuen Ländern noch eine untergeordnete Rolle spielt (vgl. ZA & ZUMA, 1999).

11 Ergebnisse des MDBF

Als Grundlage für die meisten statistischen Analysen dienen die Messwerte, die nach der Basisnacht (Nacht 2) und den darauffolgenden neun Flugnächten (Nächte 3-11) morgens und abends erhoben werden. Die nach der Basisnacht gemessenen Werte werden als Bezugswerte herangezogen (wie sie als lärmfreie Kategorie auch in den später durchgeführten Varianzanalysen dienen). Die Messungen nach der Anpassungsnacht (Nacht 1), sowie nach den beiden letzten Ruhenächten im Labor (Nächte 12 und 13) werden bis auf die Untersuchung von speziellen Effekten (First-Night-Effekt oder überdauernde Lärmwirkungen) nicht in die statistischen Analysen mit einbezogen. Die Werte der Erhebungen an 5 Tagen vor und nach der Laborstudie werden gesondert analysiert. Bei gerichteten Hypothesen werden die Prüfgrößen 1-seitig, bei ungerichteten Hypothesen 2-seitig auf Signifikanz geprüft.

11.1 Deskriptive Analysen

In Tabelle 13 und Tabelle 15 werden die Maße der zentralen Tendenz, die Abweichungsmaße sowie Verteilungskennwerte für die MDBF-Daten (Morgen- und Abendwerte) der Experimental- und der Kontrollgruppe dargestellt. Dabei werden nur die Messungen nach der Basisnacht sowie nach den anschließenden neun Fluglärmnächten berücksichtigt. In Tabelle 14 und Tabelle 16 werden die Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Tests zur Überprüfung der Normalverteilung der Daten aufgeführt:

Statistiken

		GS_M	WM_M	RU_M	GS_A	WM_A	RU_A
N	Gültig	795	795	795	796	796	796
	Fehlend	5	5	5	4	4	4
Mittelwert		31,35	26,08	31,16	32,88	29,55	31,63
Median		32,00	27,00	32,00	34,00	30,00	32,00
Standardabweichung		5,15	6,86	5,74	5,22	6,01	5,87
Schiefe		-,917	-,331	-,844	-1,104	-,637	-,989
Standardfehler der Schiefe		,087	,087	,087	,087	,087	,087
Kurtosis		,789	-,383	1,016	1,414	,232	1,289
Standardfehler der Kurtosis		,173	,173	,173	,173	,173	,173
Minimum		9	8	8	8	10	9
Maximum		40	40	40	40	40	40
Perzentile	25	28,00	22,00	28,00	30,00	26,00	28,25
	50	32,00	27,00	32,00	34,00	30,00	32,00
	75	35,00	31,00	35,00	36,00	34,00	36,00

Tabelle 13: Deskriptive Kennwerte der MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) für die Experimentalgruppe.

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

		GS_M	WM_M	RU_M	GS_A	WM_A	RU_A
N		795	795	795	796	796	796
Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	31,35	26,08	31,16	32,88	29,55	31,63
	Standardabweichung	5,15	6,86	5,74	5,22	6,01	5,87
Extremste Differenz ^c	Absolut	,132	,065	,092	,130	,074	,097
	Positiv	,083	,038	,062	,086	,056	,077
	Negativ	-,132	-,065	-,092	-,130	-,074	-,097
Kolmogorov-Smirnov-Z		3,714	1,835	2,608	3,672	2,081	2,726
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,000	,002	,000	,000	,000	,000

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle 14: Überprüfung der MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) der Experimentalgruppe auf hinreichende Normalverteilung.

Statistiken

		GS_M	WM_M	RU_M	GS_A	WM_A	RU_A
N	Gültig	160	160	160	160	160	160
	Fehlend	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		32.79	28.98	31.79	33.93	30.62	31.77
Median		33.00	29.00	32.00	36.00	31.00	33.00
Standardabweichung		3.58	4.81	3.45	4.35	4.97	4.25
Schiefe		-1.008	-.947	.015	-1.305	-.437	-.685
Standardfehler der Schiefe		.192	.192	.192	.192	.192	.192
Kurtosis		.893	1.279	-.162	2.251	-.150	.369
Standardfehler der Kurtosis		.381	.381	.381	.381	.381	.381
Minimum		21	10	23	15	17	16
Maximum		39	36	40	40	40	39
Perzentile	25	31.00	26.25	29.25	32.00	28.00	29.00
	50	33.00	29.00	32.00	36.00	31.00	33.00
	75	36.00	33.00	34.00	36.00	34.75	35.00

Tabelle 15: Deskriptive Kennwerte der MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) für die Kontrollgruppe.

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

		GS_M	WM_M	RU_M	GS_A	WM_A	RU_A
N		160	160	160	160	160	160
Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	32,79	28,98	31,79	33,93	30,62	31,77
	Standardabweichung	3,58	4,81	3,45	4,35	4,97	4,25
Extremste Differenzen	Absolut	,150	,092	,081	,189	,080	,131
	Positiv	,129	,072	,058	,084	,043	,072
	Negativ	-,150	-,092	-,081	-,189	-,080	-,131
Kolmogorov-Smirnov-Z		1,894	1,159	1,022	2,391	1,006	1,662
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,002	,136	,247	,000	,264	,008

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle 16: Überprüfung der MDBF-Daten der Kontrollgruppe (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte) auf hinreichende Normalverteilung.

Die Versuchspersonen geben im Mittel nach den Fluglärmnächten Einschätzungen von mittlerer bis hoher Ausprägung der Werte in allen drei Skalen des MDBF ab. Die Verteilungen sind rechtsschief und für die Experimentalgruppe alle nicht hinreichend normalverteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test ist signifikant). Für die Kon-

trollgruppe besteht eine hinreichende Normalverteilung für die Morgen- und Abendwerte der Skala ‚Wachheit‘ und die Morgenwerte der Skala ‚Ruhe‘. Die Morgen- und Abendwerte der Skala ‚Stimmung‘ sowie die Skala ‚Ruhe‘ am Abend sind rechtsschief verteilt. Die Spannweite der Verteilung ist bei den Werten der Experimentalgruppe durch ein deutlich verringertes Minimum breiter als bei der Kontrollgruppe.

11.2 Korrelationsanalysen

Wegen einer – über die Testung von Einzelhypothesen – möglichen Prüfung einer Globalhypothese – die sich auf die Befindlichkeit im Ganzen bezieht – werden die Signifikanzen der ermittelten Prüfwerte einer Bonferoni-Korrektur unterzogen (vgl. Bortz, 1999). Für die MDBF-Skalen muss deshalb eine Wahrscheinlichkeit von $\alpha/3 \leq .0167$ unterschritten werden, um eine Signifikanz zu erzielen. Ergebnisse werden als sehr signifikant bei Unterschreitung einer Wahrscheinlichkeit von $\alpha \leq .0033$ bezeichnet.

11.2.1 Korrelationsanalysen zwischen Fluglärmparametern (UVn) und MDBF-Daten (AVn)

Da für die MDBF-Daten kein metrisches Skalenniveau angenommen werden kann, wird der Korrelationskoeffizient nach Spearman verwendet.

In Tabelle 17 werden die Korrelationen zwischen den Fluglärmparametern¹ Mittelungspegel (L_{eq3}), dem Maximalpegel (L_{ASmax}) sowie der Pegelhäufigkeit (n-Pegel) und den Befindlichkeitsdaten der Morgen- und Abendwerten tabellarisch dargestellt:

	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
L_{eq3} r	-0.147**	-0.135**	-0.083*	-0.054	-0.054	-0.015
Sign.	.000	.000	.010	.063	.065	.336

¹ Für den Vergleich der Wirkungen von Fluglärm infolge von landenden gegenüber dem von startenden Flugzeugen wird ein Mann-Whitney-U-Test gerechnet (s. Kap. 6.3.1).

LAS _{max} r	-0.101**	-0.074	-0.046	-0.060	-0.046	-0.006
Sign.	.002	0.018	.095	.046	.099	.438
n-pegel r	-0.143**	-0.169**	-0.112**	-0.017	-0.034	0.023
Sign.	.000	.000	.001	.318	.171	.258

*Tabelle 17: Rangkorrelationen zwischen Fluglärmparametern (L_{eq3} = Mittelungspegel, L_{ASmax} = Maximalpegel, n-pegel = Pegelhäufigkeit) und den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **Morgen- und Abendwerte**). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Fluglärmefekte bilden sich auf den Befindlichkeitsskalen fast ausschließlich bei der morgendlichen Messung ab. Die negativen Korrelationen sind gering, jedoch sehr signifikant (mit der Skala ‚Ruhe‘ signifikant). Die Morgenwerte der Skala ‚Stimmung‘ korrelieren negativ mit allen Fluglärmparametern, das heißt, mit steigendem Fluglärm verschlechtert sich die Stimmung der Versuchspersonen am Morgen. Die Skalen ‚Wachheit‘ und ‚Ruhe‘ korrelieren negativ mit dem Mittelungspegel und der Häufigkeit, das heißt, mit steigendem Pegel und Häufigkeit der Flugereignisse schätzen sich die Versuchspersonen am Morgen als müder und unruhiger ein.

11.2.2 Korrelationsanalysen zwischen Moderatorvariablen und MDBF-Daten

Die Zusammenhänge zwischen den Moderatoren¹ ‚Alter‘, ‚Schulbildung‘, ‚Fluglärmvorbelastung‘, ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘, ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘, der Personenmerkmale² und den MDBF-Daten werden entsprechend der gerichteten Hypothesen über den Rangkorrelationskoeffizienten einseitig getestet. Wegen der Verteilungskennwerte (Tabelle 14 und Tabelle 16) dieses Parameters wird der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (r_s)³ verwendet und die Ergebnisse in Tabelle 18 dargestellt:

¹ Der Einfluss der nominalen Variablen ‚Geschlecht‘ als Moderator wird über den Mann-Whitney-U-Test geprüft (s. Kap. 6.3.2)

² Für die Ausprägungen der Personenmerkmale werden die Stanine-Werte aus dem FPI (Fahrenberg et al., 1994) herangezogen.

³ In den Tabellen wird der Rangkorrelationskoeffizient vereinfacht mit „r“ bezeichnet.

Rangkorrelationen		GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Alter	r	-0.022	0.164**	-0.019	0.082	0.152**	0.102**
	Sign.	.267	.000	.296	.010	.000	.002
Vorbelastung durch Nachfluglärm	r	-0.145**	-0.205**	-0.233**	-0.066	-0.035	-0.053
	Sign.	.000	.000	.000	.032	.164	.068
Einstellung gegenüber Flugverkehr	r	0.108**	0.050	0.178**	0.122**	0.075	0.166**
	Sign.	.001	.078	.000	.000	.017	.000
Überzeugung: Chan- cen gegen Fluglärm	r	0.051	0.158**	0.053	0.077*	0.165*	0.077*
	Sign.	0.076	.000	.068	.014	.000	.015
Lebenszufriedenheit	r	0.078*	0.076*	0.079*	0.093**	0.062	0.071
	Sign.	.013	.016	0.013	0.004	.040	.023
Erregbarkeit	r	-0.089*	-.0.185**	-0.130**	-0.050	-0.060	-0.053
	Sign.	.006	.000	.000	.080	.045	.067
Gesundheitssorgen	r	-0.059	-0.071	-0.028	-0.107**	-0.010	0.069
	Sign.	.049	.023	.218	.001	.387	.027
Extraversion	r	0.136**	-0.150**	0.026	-0.084**	0.042	0.066
	Sign.	.000	.000	.229	.009	.118	.032
Emotionalität	r	-0.074	-0.112**	.0.117**	-0.061	-0.045	-0.100**
	Sign.	.019	.001	.000	.042	.101	.002

*Tabelle 18: Rangkorrelationen zwischen den Moderatorvariablen Alter, Vorbelastung durch Nachtfluglärm (Frage: Wie stark hören Sie Fluglärm nachts bei gekipptem Fenster: Werte 1-5 steigend), der Einstellung gegenüber Flugverkehr (Werte: 1=sehr negative; 5=sehr positive Einstellung), der ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ den Personenmerkmalen ‚Allgemeine Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheitssorgen‘, ‚Extraversion‘ sowie ‚Emotionalität‘ und den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte. Unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 < .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Der Moderator Alter weist geringe, jedoch sehr signifikante Korrelationen mit den Morgen- und Abendwerten der Skala ‚Wachheit‘ und den Abendwerten der Skala

‚Ruhe‘ auf. Mit der Skala ‚Stimmung‘ am Abend besteht eine geringe, signifikante Korrelation. Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, dass sich die Versuchspersonen mit zunehmenden Alter nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten (Nächte 2-11) morgens und abends als ausgeruhter und abends als etwas besser gelaunt und ruhiger einschätzen.

Der Moderator Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm (Wie stark hören sie Fluglärm nachts bei gekipptem Fenster? 1=nicht bis 5=sehr) korreliert sehr signifikant, aber nur schwach negativ mit den Morgenwerten aller drei Befindlichkeitsskalen, das heißt, mit zunehmender Vorbelastung durch Nachtfluglärm schätzen sich die Versuchspersonen nach den Nächten 2-11 morgens als schlechter gelaunt, müder und unruhiger ein.

Der Moderator Einstellung gegenüber Flugverkehr (1= sehr negativ bis 5= sehr positiv) korreliert schwach positiv, jedoch sehr signifikant mit den Morgen- und Abendwerten der Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘. Daraus folgt, dass sich die Versuchspersonen mit zunehmend positiver Einstellung gegenüber Fluglärm morgens und abends als besser gelaunt und ruhiger einschätzen.

Die Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm (1=sehr schlecht bis 5= sehr gut) korreliert schwach positiv und sehr signifikant mit den Morgen- und Abendwerten der Skala ‚Wachheit‘ und signifikant mit den Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ am Abend, das heißt Versuchspersonen mit höherer Ausprägung dieser Überzeugung schätzen sich morgens nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten als wacher und abends als besser gelaunt, wacher und ruhiger ein. Die Lebenszufriedenheit korreliert schwach positiv und signifikant mit allen Befindlichkeitsdaten am Morgen und sehr signifikant mit der Skala ‚Stimmung‘ am Abend, das heißt, mit steigender Lebenszufriedenheit schätzen sich die Versuchspersonen am Morgen nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten als wacher, besser gelaunt und ruhiger und abends als besser gelaunt ein. Mit der Erregbarkeit bestehen negative, schwache und sehr signifikante Korrelationen mit den Morgenwerten aller Befindlichkeitsdimensionen, das heißt, die Versuchspersonen mit höherer Ausprägung des Personenmerkmals ‚Erregbarkeit‘ schätzen sich nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten morgens als schlechter gelaunt, müder und unruhiger ein. Mit dem Personenmerkmal Gesundheitssorgen zeigt sich ein negativer, schwacher und sehr signifikanter Zusammenhang nur mit den Abendwerten der Skalen

‚Stimmung‘, das heißt, Versuchspersonen mit stärkerer Ausprägung dieses Merkmals schätzen sich am Abend nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten als schlechter gelaunt ein. Das Personenmerkmal Extraversion korreliert schwach positiv, jedoch sehr signifikant mit den Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ am Morgen sowie mit der Stimmung am Abend, das heißt, Versuchspersonen mit stärkerer Ausprägung des Merkmals ‚Extraversion‘ schätzen sich nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten morgens und abends als besser gelaunt und morgens als müder ein. Das Personenmerkmal Emotionalität zeigt einen sehr signifikanten, jedoch nur schwachen, negativen Zusammenhang mit den Skalen ‚Wachheit‘ und ‚Ruhe‘ am Morgen und mit der Skala ‚Ruhe‘ am Abend, das heißt, die Versuchspersonen mit höherer Emotionalität schätzen sich nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten morgens als müder und morgens und abends als unruhiger ein.

11.2.3 Partialkorrelationsanalysen zwischen MDBF-Daten und Fluglärmparametern unter Eliminierung der Moderatoren

In einer Partialkorrelationsanalyse werden die Zusammenhänge zwischen den Lärmparametern und den Fluglärmmaßen untersucht, wobei der Einfluss der Moderatoren ‚Alter‘, ‚Vorbelastung durch Nachtfluglärm‘, ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘, ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ und der Persönlichkeitsmerkmale ‚Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheits Sorgen‘, ‚Extraversion‘ und ‚Emotionalität‘ kontrolliert wird. Die Ergebnisse werden in Tabelle 19 aufgeführt:

	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Leq3 r	-0.136**	-0.123**	-0.067	-0.055	-0.069	-0.028
Sign.	.000	.001	.039	.071	.034	.228
LASmax r	-0.047	-0.030	-0.010	-0.055	-0.052	-0.026
Sign.	.106	.214	.394	.071	.085	.247
n-pegel r	0.098*	-0.122**	-0.071	0.032	-0.019	0.013
Sign.	.005	.001	.029	.198	.303	.364

Tabelle 19: Partialkorrelationen (r auf 3 Kommastellen gerundet) zwischen den Fluglärmparametern (Leq3 = Mittelungspegel, LASmax = Maximalpegel und n-pegel =

Pegelhäufigkeit) und den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) unter Kontrolle der Moderatorvariablen Alter, Vorbelastung durch Nachtfluglärm, der Einstellung gegenüber Flugverkehr, der ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ sowie den Persönlichkeitsmerkmalen ‚Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheitssorgen‘, ‚Extraversion‘ und ‚Emotionalität‘. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 < .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Durch das „Herauspartialisieren“ (Bortz, 1999) der Moderatoren bleiben die schwach negativen Korrelationen zwischen den Lärmparametern ‚Mittelungspegel‘ sowie ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und den Skalen ‚Stimmung‘ (signifikant) und ‚Wachheit‘ (sehr signifikant) am Morgen bei leicht verringerten Koeffizienten gegenüber den Rangkorrelationskoeffizienten bestehen (vgl. Tabelle 17). Der Zusammenhang mit der Skala ‚Ruhe‘ ist dagegen nicht mehr signifikant. Der Maximalpegel und die Skala ‚Stimmung‘ korrelieren (anders als in der Korrelationsanalyse) ebenfalls nicht mehr signifikant miteinander.

11.2.4 Korrelationen zwischen den MDBF-Skalen und dem Mediator ‚Belästigung‘

In einer Untersuchung der Zusammenhänge mit den MDBF-Skalen werden die ‚Belästigungs‘-Daten einmal mit der – in der Lärmwirkungsforschung häufig eingesetzten 11-stufigen ‚Thermometer-Skala‘ und zum anderen mit einer 5-stufigen Likert-Skala täglich am Morgen durch die Frage: „Wie sehr wurden Sie durch den Fluglärm der vergangenen Nacht belästigt?“ erfasst. In Tabelle 20 sind die Korrelationskoeffizienten nach Spearman (die Belästigungswerte sind ebenfalls wie die MDBF-Daten nicht hinreichend normalverteilt) aufgeführt:

Korrelation mit MDBF	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Belästigung (5-stufige Likertskala)	-0,372** .000	-0,423** .000	-0,333** .000	-0,130** .000	-0,190** .000	-0,117** .000
Belästigung (11-stufige ‚Thermometer‘-Skala)	-0,352** .000	-0,410** .000	-0,298** .000	-0,147** .000	-0,195** .000	-0,101** .002

Korrelation mit Fluglärmparameter	Leq3	n-pegel	LASmax
Belästigung (5-stufige Likertskala)			
r	0,465**	0,416**	0,333**
Sign.	.000	.000	.000
Belästigung (11-stufige ‚Thermometer‘-Skala)			
r	0,489**	0,426**	0,358**
Sign.	.000	.000	.000

*Tabelle 20: Rangkorrelationen zwischen dem Mediator ‚Belästigung‘ (auf die Frage „Wie sehr fühlten Sie sich durch den Fluglärm der vergangenen Nacht belästigt?“ einmal auf einer 5-stufigen Likertskala: Werte 1-5 und zum anderen auf der 11-stufigen ‚Thermometer‘-Skala (mit den Polen ‚gar nicht‘ und ‚extrem stark‘ gemessen) und den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte. Zusätzlich wird der Zusammenhangsmaße zwischen Fluglärmmaßen und Belästigung aufgeführt. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 < .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Mit allen Morgenwerten der MDBF-Skalen bestehen sehr signifikante Zusammenhänge mittlerer Größenordnung mit beiden Belästigungs-Skalen. Die Korrelationen mit den Abendwerten sind gering, jedoch auch alle sehr signifikant. Die Koeffizienten für die beiden Belästigungs-Skalen unterscheiden sich nur unwesentlich. Wegen der besseren Skaleneigenschaften der Likert-Skala (vgl. Rohrmann, 1978) und dem starken Zusammenhang, der zwischen den beiden Skalen für den Messzeitraum besteht ($r=.89$), wird für weitere Berechnungen nur noch die 5-stufige Belästigungs-Skala eingesetzt.

11.2.5 Partialkorrelationsanalyse zwischen den Fluglärmparametern und den MDBF-Skalen unter Eliminierung des Einflusses des Mediators ‚Belästigung‘

Um den Einfluss des Mediators ‚Belästigung‘ aus dem Zusammenhang zwischen den Fluglärmparametern und den MDBF-Skalen zu eliminieren, wird eine Partialkorrelationsanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 21 aufgeführt sind:

	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Leq3 r	0.032	0.077	0.081*	-0.016	0.030	0.051
Sign.	.195	.020	.015	.333	.209	.087
LASmax r	0.032	0.075	0.057	-0.020	-0.021	-0.012
Sign.	.194	.023	.066	.299	.478	.377
n-pegel r	0.021	0.004	0.034	0.077	0.045	0.063
Sign.	.285	.459	.182	.020	.115	.045

*Tabelle 21: Partialkorrelationen (r auf 3 Kommastellen gerundet) zwischen den Fluglärmparametern (Leq3 = Mittelungspegel, LASmax = Maximalpegel und n-pegel = Pegelhäufigkeit) und den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **Morgen- und Abendwerte**) unter Kontrolle der Mediatorvariablen ‚Belästigung‘ (5-stufigen Likertskala) und den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **Morgen- und Abendwerte**. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur) sind signifikante mit * ($\alpha/3 \leq .0167$) und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Nach dem „Herauspartialisieren“ des Mediators ‚Belästigung‘ bestehen keine signifikanten, negativen Korrelationen der MDBF-Skala mit den Fluglärmparametern ‚Mittelungspegel‘, ‚Maximalpegel‘ und ‚Häufigkeit‘ mehr. Die schwache, signifikante Beziehung zwischen der Skala ‚Ruhe‘ und dem Mittelungspegel weist gegenüber dem Koeffizienten der Korrelationsanalyse ein positives Vorzeichen auf (vgl. Tabelle 17).

11.2.6 Korrelationen mit anderen Stressindikatoren

Im Rahmen des Modells der Wirkungen von Nachtfluglärm (s. Kap. 5) werden die Zusammenhänge der MDBF-Daten mit Stressindikatoren der Verhaltensebene (verschiedene Leistungsparameter) und der Körperebene (ausgewählte physiologische Reaktionen) sowie mit Schlafparametern (über Selbsteinschätzung und Schlafstadienanalysen gewonnen) geprüft. Berechnet werden die Korrelation zwischen MDBF-Skalen und den anderen Parametern, deren Messwerte alle nach der Basisnacht und den anschließenden neun Fluglärmnächten gewonnen wurden. Wegen der Verteilungen der Daten werden ebenfalls wieder Korrelationen nach Spearman durchgeführt. Die Alpha-Werte werden einer Bonferoni-Korrektur (nach Anzahl der Untertests: $\alpha/3 \leq .0167$ bzw. für sehr signifikante Ergebnisse $\alpha \leq .0033$) unterzogen:

11.2.6.1 Zusammenhänge mit den morgendlichen Leistungsdaten

Als Leistungs-Parameter wird der Median (um Ausreißer auszuschließen) für die Reaktionszeit, die Varianz der Leistung (Standardabweichung) und die Fehlerquoten in den beiden Gedächtnistests MS 4 und MS 6, in der Tracking-Aufgabe (UTT) und im Reaktionszeittest (SRT) herangezogen. In Tabelle 22 werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman (1-seitige Testung wegen gerichteter Hypothesen) dargestellt:

Rangkorrelationen: Leistung – Befindlichkeit		GS-M	WM-M	RU-M
MS 4 (Median)	r	0.015	0.066	-0.081*
	Sign.	.340	.031	.012
MS 4 (SD)	r	0.068	-0.008	-0.002
	Sign.	.027	.414	.477
MS 4 (Fehler%)	r	-0.068	-0.116**	-0.084*
	Sign.	.028	.001	.012
MS 6 (Median)	r	-0.075	0.112**	-0.073
	Sign.	.017	.001	.020
MS 6 (SD)	r	-0.024	0.124**	-0.112**
	Sign.	.255	.000	.001
MS 6 (Fehler%)	r	-0.075	-0.116**	-0.105**
	Sign.	.017	.001	.001
UTT (Median)	r	-0.073	-0.006	-0.127**
	Sign.	.021	.434	.000
UTT (SD)	r	0.022	-0.142**	-0.010
	Sign.	.273	.000	.386
UTT (loss of control)	r	0.042	-0.091*	0.032
	Sign.	.118	.005	.184

SRT (Median)	r	-0.120**	-0.044	-0.112**
	Sign.	.000	.111	.001
SRT (SD)	r	-0.098**	-0.010	-0.108**
	Sign.	.003	.392	.001
SRT (Fehler%)	r	-0.011	-0.119**	-0.006
	Sign.	.380	.000	.431
Rangkorrelationen: Leistung – Fluglärm		Leq3	n-pegel	LASmax
MS 4 (Median)	r	-0.023	0.014	-0.026
	Sign.	.263	.350	.229
MS 4 (SD)	r	0.140**	0.069	0.077*
	Sign.	.000	.027	.015
MS 4 (Fehler%)	r	-0.052	-0.16	-0.027
	Sign.	.073	.328	.224
MS 6 (Median)	r	-0.195**	-0.098**	-0.120**
	Sign.	.000	.003	.000
MS 6 (SD)	r	-0.166**	-0.094*	-0.090**
	Sign.	.000	.004	.006
MS 6 (Fehler%)	r	-0.012	-0.009	-0.012
	Sign.	.364	.396	.367
UTT (Median)	r	-0.068	-0.046	-0.030
	Sign.	.030	.101	.200
UTT (SD)	r	0.165**	0.084*	0.092*
	Sign.	.000	.009	.005
UTT (loss of control)	r	0.185**	0.104**	0.107*
	Sign.	.000	.002	.001

SRT (Median)	r	-0.135**	-0.060	-0.068
	Sign.	.000	.045	.027
SRT (SD)	r	-0.122**	-0.055	-0.051
	Sign.	.000	.061	.077
SRT (Fehler%)	r	0.177**	0.113**	0.101**
	Sign.	.000	.001	.002

*Tabelle 22: Rangkorrelationen nach Spearman für die Beziehung zwischen den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgenwerte) und der Leistung am Morgen (MS 4 = Gedächtnistest mit 4 Buchstaben, MS 6 = Gedächtnistest mit 6 Buchstaben, UTT = Trackingaufgabe; SRT = Reaktionszeitaufgabe; SD = Standardabweichung) und zum Vergleich die Beziehungen zwischen Fluglärm- und Leistungsparametern. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Für den Gedächtnistest mit 4 Buchstaben (MS 4) bestehen zwischen dem Fehleranteil und den MDBF-Skalen ‚Wachheit‘ und ‚Ruhe‘ signifikante, jedoch nur schwach negative Beziehungen, das heißt, Versuchspersonen, die sich am Morgen als müde und unruhig einschätzen weisen auch eine leicht erhöhte Fehlerzahl in diesem Leistungstest auf. Diese Beziehung besteht auch bei dem Gedächtnistest mit 6 Buchstaben (MS 6). Ebenfalls steht die Skala ‚Ruhe‘ mit der Standardabweichung im MS 6 in einem schwach negativen und sehr signifikanten Zusammenhang, das heißt, bei zunehmender Einschätzung als unruhig zeigen die Versuchspersonen auch größere Streuungen in diesem Leistungstest. Im Gegensatz zu den aufgestellten Hypothesen korreliert die Skala ‚Wachheit‘ schwach positiv und sehr signifikant mit Median und Standardabweichung im MS 6. Für den Trackingtest (UTT) bestehen mit der Skala ‚Wachheit‘ schwache negative Beziehungen mit beiden Parametern ‚loss of control‘ (sehr signifikant) und der Standardabweichung (signifikant), das heißt, mit zunehmender Müdigkeit der Versuchspersonen zeigen diese auch eine größere Streuung und eine höhere Fehlerzahl in diesem Test. Der Median steht mit der Skala ‚Ruhe‘ in einem schwach negativen, jedoch sehr signifikanten Zusammenhang, das bedeutet, dass Versuchspersonen, die sich als unruhiger einschätzen auch eine höhere Reaktionszeit in dieser Aufgabe aufweisen. Für den Reaktionszeit-Test (SRT) bestehen für Median und Standardabweichung schwach negative und sehr signifikante Korrelationen mit der Skala ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘, das heißt, Versuchspersonen, die sich als schlechter gelaunt und unruhiger einschätzen,

sich als schlechter gelaunt und unruhiger einschätzen, zeigen eine etwas erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit und Streuung in diesem Leistungstest. Die Fehlerquote hängt schwach negativ und sehr signifikant mit der Skala ‚Wachheit‘ zusammen, das heißt, Versuchspersonen weisen bei zunehmender Müdigkeit auch eine Erhöhung der Fehlerzahl in diesem Test auf.

Für die signifikanten Korrelationen zwischen den MDBF-Werten und den Leistungsdaten weisen nur Parameter ‚Standardabweichung‘ und dem ‚Loss of Control‘ der Tracking-Aufgabe sowie der ‚Fehlerhäufigkeit‘ des Reaktionszeit-Tests ebenfalls auch geringe, sehr signifikante Korrelationen mit den Fluglämparametern auf (im Sinne der Hypothesen, dass die Standardabweichung und Fehlerzahl mit steigendem Fluglärm zunimmt). Dagegen werden die entsprechenden Hypothesen für die Merkfähigkeitstests MS 4 und MS 6 nicht bestätigt.

11.2.6.2 *Korrelationen mit den Hormonwerten aus dem Sammelurin der Nacht*

Als Hormonparameter werden die Adrenalin- und Noradrenalin- sowie die Cortisol-Werte aus dem Sammel-Urin am Morgen in die Korrelationsanalysen einbezogen. Da eine Änderung der Bestimmungsmethode des Cortisols im Untersuchungs-labor ohne Abstimmung für die Urinproben aus STRAIN II durchgeführt wurde, können für die Korrelationsanalysen nur die Werte von STRAIN I und STRAIN III (N=48) herangezogen werden. Die Ergebnisse sind – wiederum nach Bonferoni korrigiert – in Tabelle 23 dargestellt:

Rangkorrelationen: Hormone – Befindlichkeit		GS-M	WM-M	RU-M
Adrenalin	r	0.009	-0.028	-0.047
	Sign.	.401	.212	.092
Noradrenalin	r	-0.019	0.030	-0.014
	Sign.	.298	.198	.344
Cortisol	r	-0.118**	0.080	-0.185**
	Sign.	.003	.030	.000

Rangkorrelationen Hormone – Fluglärmparameter		Leq3	n-pegel	LASmax
Adrenalin	r	0.030	0.011	0.000
	Sign.	.200	.379	.497
Noradrenalin	r	0.002	-0.015	-0.019
	Sign.	.473	.337	.298
Cortisol	r	-0.105*	0.014	-0.132**
	Sign.	.007	.030	.001

*Tabelle 23: Rangkorrelationen nach Spearman für die Beziehung zwischen den MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgenwerte) und den Adrenalin-, Noradrenalin- und Cortisolwerten aus dem 8h-Sammelurin der Nacht und die Beziehung zwischen den Hormonwerten und den Fluglärmparameter ‚Mittelungspegel‘ (Leq3), ‚Maximalpegel‘ (LASmax) und der ‚Häufigkeit der Flugereignisse‘ (n-pegel). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Die signifikanten, negative Zusammenhänge zwischen den Cortisolwerten aus dem 8h-Sammelurin der Nacht und den Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ sind sehr gering. Daraus kann gefolgert werden, dass Versuchspersonen, die sich als schlechter gelaunt und unruhiger einschätzen, auch etwas höhere Cortisolwerte im Morgenurin aufweisen. Alle anderen Korrelationen erzielen keine Signifikanz.

Zwischen den Cortisolspiegel am Morgen und dem Fluglärmparametern zeigen sich geringfügige, negative Beziehungen mit dem Mittelungspegel (signifikant) und dem Maximalpegel (sehr signifikant), das bedeutet, dass dieses Ergebnis im Widerspruch zu der Annahme steht, dass mit steigendem Fluglärm der Cortisolspiegel steigt. Adrenalin- und Noradrenalin korrelieren nicht signifikant mit dem Fluglärm.

11.2.6.3 Korrelationen mit Schlafparametern

Als Schlafparameter werden für die Korrelationsanalysen nur die Selbsteinschätzungen herangezogen, wobei die ‚Schlafqualität‘ und die ‚Aufwachhäufigkeit‘ (jeweils ein Item auf einer Likert-Skala eingeschätzt) als Parameter verwendet werden. Die Beziehung mit den aus den Schlafstadienanalysen gewonnenen Schlafmaßen ‚Schlafdauer‘, ‚Aufwachhäufigkeit‘, und ‚Schlafstadienwechsel‘ wird

nicht untersucht, da nur die Daten der ersten beiden Laborphasen (N=64) bisher ausgewertet sind und darüber hinaus auch ‚missing values‘ vorliegen.

Wegen der Bedeutung der Schlafstörungen als „sekundärer Stressor“ (als Folge des „primären“ Stressors ‚Nachtfluglärm‘) werden die Beziehungen zu den Morgen- und Abendwerten des MDBF ermittelt und die Ergebnisse in Tabelle 24 dargestellt:

Rangkorrelationen Schlaf – Befindlichkeit	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Erlebte Schlafqualität r Sign.	0.428** .000	0.485** .000	0.369** .000	0.141** .000	0.168** .000	0.103** .000
Erlebte Aufwachhäufigkeit r Sign.	-0.299** .000	-0.331** .000	-0.286** .000	-0.126** .000	-0.137** .000	-0.109** .000
Rangkorrelationen Schlaf – Fluglärm	Leq3		n-pegel		LASmax	
Erlebte Schlafqualität r Sign.	-0.242** .000		-0.292** .000		-0.369** .000	
Erlebte Aufwachhäufigkeit r Sign.	0.231** .000		0.326** .000		0.231** .000	

*Tabelle 24: Rangkorrelationen nach Spearman für die Beziehung zwischen den MDBF-Skalen (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**bendwerte) und den Selbsteinschätzungen des Schlafes (Schlafqualität und Aufwachhäufigkeit). Weiterhin wird die Beziehung zwischen Schlaf- und Fluglärmparameter ‚Mittelungspegel‘ (Leq3), ‚Maximalpegel‘ (LASmax) und der ‚Häufigkeit der Flugereignisse‘ (n-pegel) und den Selbsteinschätzungen aufgeführt. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Mit dem Parameter ‚Schlafqualität‘ (Selbsteinschätzung) bestehen positive, sehr signifikante Korrelationen mittlerer Größenordnung mit allen Skalen der MDBF-Morgenwerte: Auch mit den Abendwerten des MDBF sind die Zusammenhänge noch sehr signifikant, jedoch nur noch gering. Das bedeutet, dass die Versuchspersonen, die ihre Schlafqualität als schlecht einschätzen, sich vor allem morgens und in geringerem Maße abends schlechter gelaunt, müder und unruhiger fühlen.

Der Parameter ‚Aufwachhäufigkeit‘ (Selbsteinschätzung) korreliert mittelmäßig negativ mit den Morgenwerten aller MDBF-Skalen und schwach negativ mit allen Abendwerten, wobei alle Korrelationen sehr signifikant sind. Daraus kann gefolgert werden, dass die Versuchspersonen sich bei Zunahme der erlebten Aufwachhäufigkeit morgens und abends als müder, schlechter gelaunt und unruhiger einschätzen.

Beide Schlafparameter der Selbsteinschätzung korrelieren gering bis mittelmäßig positiv und sehr signifikant mit allen Fluglärmparametern, das heißt, mit zunehmendem Dauerschall- und Maximalpegel sowie steigender Anzahl der Flugereignisse schätzen die Versuchspersonen ihre Schlafqualität als schlechter und ihre Aufwachhäufigkeit als höher ein.

11.3 Inter- und intraindividuelle Vergleiche

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messwertvergleiche dargestellt. Aufgrund einer fehlenden Normalverteilung der Werte werden nichtparametrische Verfahren herangezogen. Die intraindividuellen Vergleiche werden mit dem Wilcoxon-Test, die interindividuellen mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Um eine Kumulation des Alpha-Fehlers zu vermeiden, werden wiederum Bonferoni-Korrekturen durchgeführt.

11.3.1 Interindividueller Vergleich für den Lärmparameter ‚Start / Landung‘

Um einen Einfluss des Lärmparameters ‚Start – Landung‘ auf die MDBF-Skalen zu untersuchen, wird ein Paarvergleich nach Mann-Whitney durchgeführt und die Ergebnisse in Tabelle 25 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang:						
Landung	354.95	372.38	355.27	344.93	350.67	338.24
Start	364.78	326.06	364.07	388.89	376.05	403.87
Z	-0.591	-2.778*	-0.528	-2.635*	-1.519	-3.939**
2-seitige Signifikanz	.555	.005	.597	.008	.129	.000

Tabelle 25: Paarvergleich der MDBF-Werte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte) der Nächte 2-11 für den Lärmparameter Start / Landung.

Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Die MDBF-Werte unterscheiden sich hinsichtlich des nächtlichen Fluglärms infolge von startenden oder landenden Flugzeugen morgens in der Skala ‚Wachheit‘ (signifikant) und abends in der Skala ‚Stimmung‘ (signifikant) und ‚Ruhe‘ (sehr signifikant) voneinander (nach den Nächten mit Fluglärm von landenden Flugzeugen sind die Versuchspersonen morgens wacher und abends schlechter gelaunt und unruhiger nach den Nächten mit Lärm von startenden Flugzeugen).

11.3.2 Interindividueller Vergleich für die Moderatorvariable ‚Geschlecht‘

Da für die nominale Variable ‚Geschlecht‘ eine Untersuchung des Einflusses auf die MDBF-Skalen über Korrelationsberechnungen nicht sinnvoll wäre, wird ein Paarvergleich über die gesamte Stichprobe mittels des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 26 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang:						
männlich	429.81	449.91	416.73	433.30	439.23	409.22
weiblich	376.91	363.57	385.58	375.58	371.69	391.44
Z	-3.191**	-5.196**	-1.876	-3.476*	-4.061**	-1.069
2-seitige Signifikanz	.001	.000	.061	.001	.000	.285

Tabelle 26: Paarvergleich der MDBF-Werte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) der Nächte 2-11 für den Moderator ‚Geschlecht‘ für die Experimentalgruppe (N=80). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Weibliche und männliche Versuchspersonen unterscheiden sich hinsichtlich der Morgen- und Abendwerte in den Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ sehr signifikant voneinander (weibliche Versuchspersonen schätzen sich morgens und abends nach den Lärmnächten als müder und schlechter gelaunt ein als männliche).

Zum Vergleich wird ein Paarvergleich über die gemittelten Werte von den fünf Tagen vor der Studienteilnahme in Tabelle 27 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang:						
männlich	40.81	41.38	44.91	43.48	41.38	43.27
weiblich	39.45	39.06	37.56	37.63	39.63	37.78
Z	-0.260	-0.440	-1.385	-1.115	-0.440	-1.044
2-seitige Signifikanz	.795	.660	.166	.265	.660	.297

Tabelle 27: Paarvergleich der MDBF-Werte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte) der an den 5 Tagen vor der Studie erfassten und gemittelten Daten für den Moderator ‚Geschlecht‘ für die Experimentalgruppe (N=80). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Vor Studienteilnahme unterscheiden sich die männlichen und weiblichen Versuchspersonen in den MDBF-Skalen nicht voneinander.

11.3.3 Intra- und interindividuelle Vergleiche über den zeitlichen Verlauf der Studie

Zur Veranschaulichung der Berechnungen werden die Messwertverläufe der MDBF-Morgenwerte für Experimental- und Kontrollgruppe in den folgenden Abbildungen graphisch dargestellt:

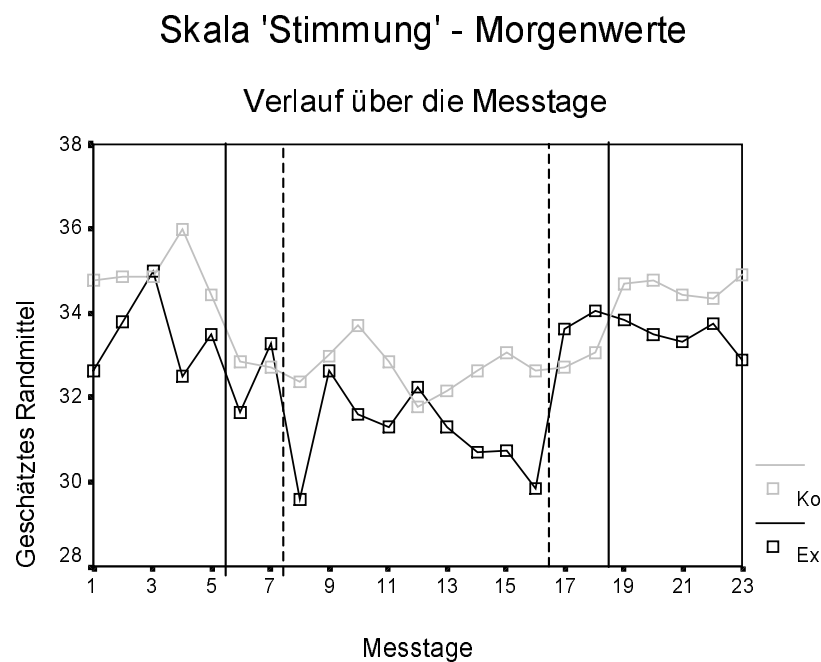


Abbildung 4: Morgenwerte der Skala ‚Stimmung‘ der Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich die Werte der

Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen die nach den Fluglärmnächten (für die Experimentalgruppe).

Skala 'Wachheit' - Morgenwerte

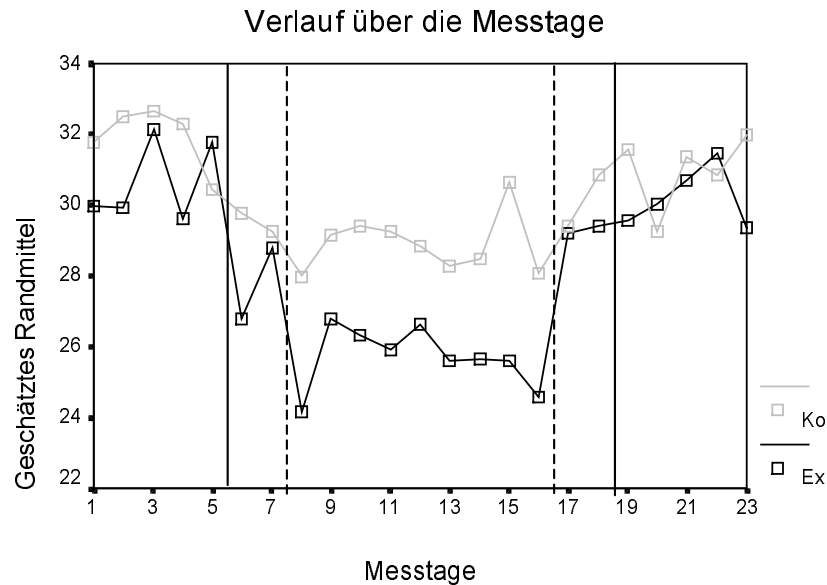


Abbildung 5: Verlauf der Morgenwerte der Skala ‚Wachheit‘ der Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich Werte der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärmnächten (für die Experimentalgruppe).

Skala 'Ruhe' - Morgenwerte

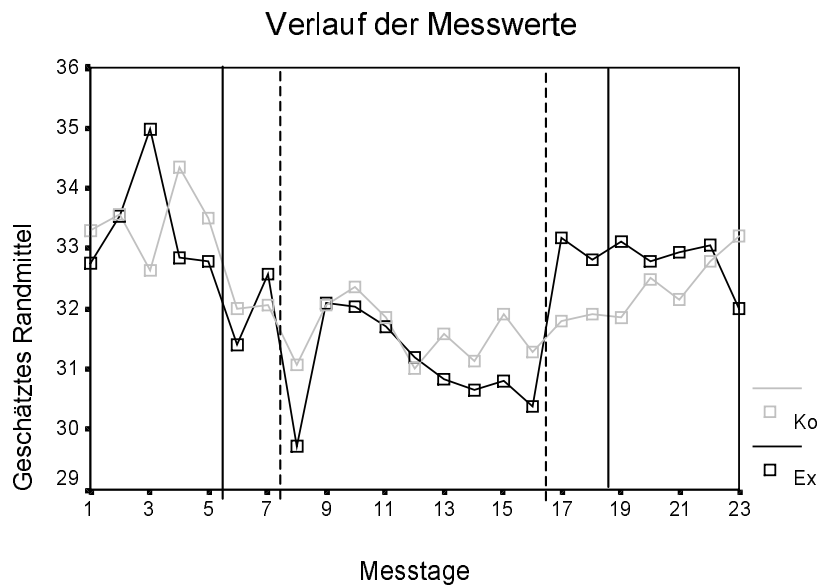


Abbildung 6: Verlauf der Morgenwerte der Skala ‚Ruhe‘ der Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich die Werte

der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärmnächten (für die Experimentalgruppe).

11.3.3.1 Intraindividuelle Vergleiche der MDBF-Daten an verschiedenen Messtagen im Labor

Getrennt für die Experimental- und die Kontrollgruppe werden die Messwerte verschiedener Labortage verglichen, um einen generellen Effekt von Fluglärm unabhängig von seiner Höhe nachzuweisen. Dabei werden nur die Morgenwerte des MDBF berücksichtigt, da sich in den Korrelationsanalysen kein Effekt mit den Abendwerten belegen ließ. Die MDBF-Daten nach folgenden Messtagen im Labor werden miteinander verglichen:

- Gewöhnungsnacht im Labor (1. Labornacht) und Basisnacht (2. Labornacht) – 'First-Night'-Effekt
- Basisnacht und erste Fluglärnnacht (3. Labornacht)
- Erste Fluglärnnacht und letzte (neunte) Fluglärnnacht
- Letzte Fluglärnnacht und Ruhenacht danach (12. Labornacht)

Für den Vergleich der einzelnen Messtage wird der Wilcoxon-Test durchgeführt. Das Signifikanzniveau wird wiederum durch eine Bonferoni-Korrektur modifiziert, diesmal jedoch unter Berücksichtigung der Anzahl der durchgeführten Paarvergleiche (signifikant: $\alpha/4 \leq .0125$ und sehr signifikant $\alpha \leq .0025$). Zunächst werden in Tabelle 28 die Ergebnisse für die Experimentalgruppe dargestellt:

	'First-Night'-Effekt	Basisnacht vs. 1. Fluglärnnacht	1. vs. 9. Fluglärnnacht	9. Lärnnacht vs. 1. Ruhenacht danach
Z Sign.	GS-M1 < GS-M 2 -3.678** .000	GS-M2 > GS-M3 -4.309** .000	GS-M3 > GS-M11 -0.111 .911	GS-M11 < GS-M12 -6.300** .001
Z Sign.	WM-M1 < WM-M 2 -3.597** .000	WM-M2 > WM-M3 -4.712** .000	WM-M3 > WM-M11 -0.298 .766	WM-M11 < WM-M12 -5.514** .000
Z Sign.	RU-M1 < RU-M 2 -2.673* .008	RU-M2 > RU-M3 -4.380** .000	RU-M3 > RU-M11 -1.111 .266	RU-M11 < RU-M12 -5.835** .000

	'First-Night'-Effekt	Basisnacht vs. 1. Fluglärmnacht	1. vs. 9. Flug- lärmnacht	9. Lärmnacht vs. 1. Ruhenacht danach
Z	GS-A1 < GS-A 2 -0.405	GS-A2 > GS-A3 -2.616**	GS-A3 > GS-A11 -1.532	GS-A11 < GS-A12 -4.592**
Sign.	.685	.009	.126	.000
Z	WM-A1 < WM-A 2 -1.692	WM-A2 > WM-A3 -2.852**	WM-A3 > WM-A11 -0.561	WM-A11 < WM-A12 -6.047**
Sign.	.091	.000	.575	.000
Z	RU-A1 < RU-A 2 -0.825	RU-A2 > RU-A3 -0.554	RU-A3 > RU-A11 -0.570	RU-A11 < RU-A12 -4.563**
Sign.	.409	.580	.569	.000

*Tabelle 28: Paarvergleich der Messwerte nach verschiedenen Labornächten über den Wilcoxon-Test für die MDBF-Daten (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) der Experimentalgruppe (N=80). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur signifikante ($\alpha/4 \leq .0125$) und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0025$) mit ** gekennzeichnet.*

Ein „First-Night-Effekt“ kann für alle Skalen der Morgenwerte nachgewiesen werden. Im Vergleich der Basisnacht zur 1. Fluglärmnacht zeigt sich außerdem für die gleichen Skalen, aber auch für die Abendwerte der Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ ein sehr signifikanter Abfall der Werte, das heißt, nach der ersten Lärmnacht schätzen sich die Versuchspersonen morgens und abends als müder und schlechter gelaunt und morgens zusätzlich als unruhiger gegenüber der Basisnacht ein. Der Vergleich der Werte nach der ersten und der neunten (letzten) Fluglärmnacht weist in allen drei Befindlichkeitsskalen keine Signifikanz auf. Nach der ersten Ruhenacht, die den Lärmnächten folgt, steigen die Werte der Morgen- und Abendwerte aller Skalen wieder signifikant an, das bedeutet, dass sich die Versuchspersonen nach der ersten lärmfreien Nacht morgens und abends besser gelaunt, wacher und ruhiger einschätzen.

In Tabelle 29 werden die Paarvergleiche der Messtage auch für die Kontrollgruppe, für die entsprechenden Nächte ohne Fluglärm dargestellt:

	'First-Night'-Effekt	2. vs. 3. Labornacht	3. vs. 11. Labornacht	11. vs. 12 Labornacht
Z	GS1 < GS 2	GS2 > GS3	GS3 > GS11	GS11 < GS12
Sign.	-0.602 .557	-0.405 .686	-0.358 .720	-0.198 .843
Z	WM1 < WM 2	WM2 > WM3	WM3 > WM11	WM11 < WM12
Sign.	-0.090 .929	-1.261 .207	-0.737 .461	-1.102 .279
Z	RU1 < RU 2	RU2 > RU3	RU3 > RU11	RU11 < RU12
Sign.	-0.071 .943	1.753 .080	-0.063 .949	0.276 .782
Z	GS-A1 < GS-A 2	GS-A2 > GS-A3	GS-A3 > GS-A11	GS-A11 < GS-A12
Sign.	-0.197 .089	-0.089 .929	-1.129 .259	-0.239 .811
Z	WM-A1 < WM-A 2	WM-A2 > WM-A3	WM-A3 > WM-A11	WM-A11 < WM-A12
Sign.	-0.598 .550	-0.473 .636	-0.669 .504	-2.300 .021
Z	RU-A1 < RU-A 2	RU-A2 > RU-A3	RU-A3 > RU-A11	RU-A11 < RU-A12
Sign.	-0.854 .393	-1.328 .184	-0.096 .924	-1.482 .138

*Tabelle 29: Paarvergleich der Messwerte nach verschiedenen Labornächten über den Wilcoxon-Test für die MDBF-Skalen (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte) der Kontrollgruppe (N=16). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit ($\alpha/4 \leq .0125$) und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0025$) mit ** gekennzeichnet..*

Ein 'First-Night'-Effekt kann für keine Skala nachgewiesen werden. Die Vergleiche der anderen Messtage sind nicht signifikant.

11.3.3.2 Interindividuelle Vergleiche der MDBF-Daten der Labormessung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe

Um einen Unterschied zwischen den MDBF-Werten der Kontroll- und Experimentalgruppe schon vor der Fluglärmbedingung auszuschließen, werden über einen Mann-Whitney-U-Test (2-seitige Testung, da kein Unterschied angenommen wird) die Daten nach der Basisnacht (2. Labornacht) über die verschiedenen Skalen verglichen, wobei die Signifikanzen wiederum einer Bonferoni-Korrektur unterzo-

gen werden. Die Ergebnisse des interindividuellen Vergleichs sind in Tabelle 30 aufgeführt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang Ko	43.81	50.56	45.59	48.81	47.34	53.25
Ex	49.44	48.09	49.08	48.24	48.73	47.55
Z	-0.744	-0.325	-0.458	-0.208	-0.183	-0.749
1-seitige Signifikanz	.457	.745	.647	.835	.855	.454

*Tabelle 30: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der MDBF-Morgenwerte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte) der Kontroll- und der Experimentalgruppe nach der Basisnacht (Nacht 2). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Die Morgen- und Abendwerte der Experimentalgruppe weisen im Vergleich mit den Werten der Kontrollgruppe vor Einführung der Fluglärmbedingung in der Basisnacht (2. Labornacht) keine signifikanten Unterschiede auf.

Die Resultate des interindividuellen Vergleichs der Messwerte der Kontroll- und Experimentalgruppe nach den Nächten 3-11 (Fluglärmnächte für die Experimentalgruppe) sind in Tabelle 31 dargestellt. Das Signifikanzniveau wird nach Bonferoni auf $\alpha/3 = .0167$ korrigiert (3 Dimensionen der Befindlichkeit):

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang Ko	493.44	531.05	439.72	473.85	468.07	413.57
Ex	417.22	409.65	428.04	421.78	422.94	433.91
Z	-3.376**	-5.363**	-0.517	-2.303*	-1.992	-0.898
1-seitige Signifikanz	.001	.000	.302	.010	.023	.184

*Tabelle 31: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der MDBF-Werte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; **M**orgen- und **A**abendwerte) der Kontroll- (Ko) und der Experimentalgruppe (Ex) nach den Nächten 3 – 11 (Lärmnächte für Experimentalgruppe). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Die MDBF-Werte der Experimentalgruppe nach den Fluglärmnächten sind sehr signifikant in den Morgenwerten der Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ und Abends in der Skala ‚Stimmung‘ signifikant erniedrigt gegenüber den

entsprechenden Werten der Kontrollgruppe, das heißt, nach den Fluglärmnächten schätzen sich die Personen der Experimentalgruppe morgens als schlechter gelaunt und müder sowie abends als schlechter gelaunt ein als die Kontrollgruppe nach den entsprechenden Nächten ohne Fluglärm.

Als letzter interindividueller Vergleich innerhalb der Laborstudie werden die Werte von Kontroll- und Experimentalgruppe nach Nacht 12 (1. Ruhenacht nach den Lärmnächten für letztere) miteinander verglichen. Die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests (1-seitige Testung wegen gerichteter Hypothesen) werden in Tabelle 32 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang Ko	45.00	49.16	36.75	50.25	53.47	43.69
Ex	48.61	47.77	50.28	47.54	46.89	48.87
Z	-0.481	-0.184	-1.799	-0.360	-0.873	-0.688
1-seitige Signifikanz	.315	.427	.036	.359	.436	.245

*Tabelle 32: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der MDBF-Morgenwerte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte) der Kontroll- und der Experimentalgruppe nach Nacht 12 (1. Ruhenacht nach den Lärmnächten für die Experimentalgruppe). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/3 \leq .0167$) mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Zwischen den MDBF-Werten der Kontroll- und der Experimentalgruppe nach der ersten Ruhenacht ohne Fluglärm (Nacht 12), die den Lärmnächten folgt, bestehen in keiner Skala signifikante Unterschiede. Die Morgenwerte der Skala ‚Ruhe‘ der Experimentalgruppe sind trendmäßig gegenüber den Werten der Kontrollgruppe erhöht.

11.3.3.3 Intraindividueller Vergleich der MDBF-Daten von Kontroll- und Experimentalgruppe der Prä- und Postmessung

Die an jeweils fünf Tagen vor und nach der Laborstudie gemessenen MDBF-Werte werden gemittelt und über einen Wilcoxon-Test analysiert. Die Ergebnisse für die Experimentalgruppe sind in Tabelle 33 dargestellt (die Signifikanz wird nach Bonferoni $\alpha/3 \leq .0167$ korrigiert):

Wilcoxon-Test	Ergebnis aus dem Vergleich der negativen und positiven Ränge sowie der Bindungen	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
GS-M	Prä > Post	-0.608	.276
WM-M	Prä > Post	-0.968	.116
RU-M	Prä > Post	-1.361	.086
GS-A	Prä > Post	-0.366	.357
WM-A	Prä > Post	-2.063	.019
RU-A	Prä > Post	-0.135	.446

Tabelle 33: Wilcoxon-Test für den Vergleich der an den 5 Tagen vor und nach der Studienteilnahme erhobenen und gemittelten MDBF-Werte von Experimentalgruppe (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur ($\alpha/3 \leq .0167$) sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Mit Ausnahme der Abendwerte der Skala ‚Wachheit‘, in der nur ein Unterschied als Trend besteht, erzielen alle anderen intraindividuellen Unterschiede keine Signifikanz.

Ebenso werden die Werte der Prä- und Postmessung der Kontrollgruppe verglichen und die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests in Tabelle 34 dargestellt:

Wilcoxon-Test	Ergebnis aus dem Vergleich der negativen und positiven Ränge sowie der Bindungen	Prüfgröße Z	Signifikanz (2-seitig)
GS-M	Prä > Post	-0.512	.609
WM-M	Prä > Post	-1.136	.256
RU-M	Prä > Post	-1.468	.142
GS-A	Prä > Post	-2.017	.044
WM-A	Prä < Post	-2.672*	.008
RU-A	Prä > Post	-2.615*	.009

Tabelle 34: Wilcoxon-Test für den Vergleich der an den 5 Tagen vor und nach der Studienteilnahme erhobenen und gemittelten MDBF-Werte der Kontrollgruppe (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur ($\alpha/3 \leq .0167$) sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Signifikante Unterschiede im intraindividuellen Vergleich der Prä- und Postmessung der Kontrollgruppe bestehen für die Abendwerte der Skalen ‚Wachheit‘ (nachher höhere Werte) und ‚Ruhe‘ (nach der Studie niedrigere Werte als vorher).

11.3.3.4 Interindividueller Vergleich der MDBF-Daten von Kontroll- und Experimentalgruppe der Prä- und Postmessung

Die an jeweils fünf Tagen vor und nach der Studienteilnahme erhobenen MDBF-Werte können als gemittelter Wert jeweils für den Vergleich zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe herangezogen werden. In Tabelle 35 werden die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests (2-seitige Testung) für die Prä-Messung dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang Ko	260.53	250.74	228.20	262.16	219.73	255.40
Ex	230.22	232.05	236.27	231.12	239.03	232.38
Z	-1.771	-1.090	0.472	-1.807	-1.121	-1.339
2-seitige Signifikanz	.076	.276	.637	.0710	.262	.181

Tabelle 35: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der an den 5 Tagen vor Studienteilnahme erhobenen und gemittelten MDBF-Werte von **Kontroll-** und **Experimentalgruppe** (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur ($\alpha/3 = .0167$) sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.

Zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe bestehen hinsichtlich der an fünf Tagen vor der Laborstudie erfassten MDBF-Werte keine signifikanten Unterschiede bis auf Trends in den Morgen- und Abendwerten der Skala ‚Stimmung‘.

In Tabelle 36 werden die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests (wegen der gerichteten Hypothesen als 1-seitige Testung) für den Vergleich der MDBF-Werte von Experimental- und Kontrollgruppe an den 5 Tagen nach der Laborstudie (Mittelung der Werte) dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	GS-M	WM-M	RU-M	GS-A	WM-A	RU-A
Mittlerer Rang Ko	246.19	236.77	206.81	230.17	252.56	207.32
Ex	229.65	231.61	234.90	233.59	228.94	238.34
Z	-1.009	-0.314	1.726	-0.208	-1.433	-1.883
1-seitige Signifikanz	.156	.376	.048	.417	.076	.030

*Tabelle 36: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der an den 5 Tagen nach der Studienteilnahme erhobenen MDBF-Werte von **Kontroll** und **Experimentalgruppe** (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe; Morgen- und Abendwerte). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur ($\alpha/3 \leq .0167$) sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte ($\alpha \leq .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Die Unterschiede der Messwerte von Kontroll- und Experimentalgruppe an den fünf Tagen nach der Laborstudie erlangen für keine der Skalen Signifikanz (nach Bonferoni-Korrektur). Trends liegen für die Morgen- und Abendwerte der Skala ‚Ruhe‘, in der die Werte der Kontrollgruppe niedriger ausfallen, vor.

11.4 Ergebnisse der multivariaten Varianzanalysen

Da sich die über den MDBF gemessene Befindlichkeit aus den drei Dimensionen ‚Stimmung‘, ‚Wachheit‘ und ‚Ruhe‘ zusammensetzt, werden multivariate Berechnungen durchgeführt. Das gilt auch für die Kovarianzanalysen. Für die Berechnungen der Prüfgröße wird grundsätzlich die Pillai-Spur verwendet. Ob Voraussetzungen auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) und darüber hinaus für multivariate Analysen auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen (Box-Test) erfüllt sind, wird jeweils vor der Ergebnisdarstellung erwähnt. Sollte die Bedingung der Gleichheit der Fehlervarianzen nicht erfüllt sein, wird das Signifikanzniveau – einer Empfehlung von Bühl und Zöfel (2000) folgend – auf $\alpha \leq .01$ erhöht. Allerdings handelt es sich bei der Varianzanalyse um ein Verfahren, welches sehr robust gegenüber Verletzungen seiner Voraussetzungen ist. Zur Abschätzung der Größe der Effekte wird die Effektstärke (Eta-Quadrat = ϵ^2) angegeben. Dabei wird bei $\epsilon^2 \leq 0.20$ der Effekt als gering und ab $\epsilon^2 > 0.20$ als mittelstark bezeichnet (vgl. Bortz, 1999).

11.4.1 Ergebnisse der multivariaten Varianzanalysen für die Fluglärmparameter

Die multivariaten, zweifaktoriellen Varianzanalyse werden nur für die Morgenwerte des MDBF durchgeführt, da für die Abendwerte keine signifikanten Korrelationen mit Fluglärm nachgewiesen werden können. Zunächst werden die Haupteffekte der beiden Faktoren ‚Anzahl der Fluglärmereignisse‘ (7 Kategorien) und ‚Maximal-

pegel' (8 Kategorien)¹ sowie deren Interaktionen geprüft. Da für die Ermittlung der Fluglärmefekte auch eine Bedingung ohne Lärm (Faktorstufe = 0) berücksichtigt wird, liegen den Analysen die nach den Nächten 2-11 erhobenen MDBF-Daten zugrunde. Die Voraussetzung auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) wird für die Skalen ‚Wachheit‘ und ‚Stimmung‘, jedoch nicht für die Skala ‚Ruhe‘ nachgewiesen. Über den Box-Test kann eine Gleichheit der Kovarianzmatrizen nicht belegt werden. Die Ergebnisse der Multivariaten Varianzanalyse werden in Tabelle 37 dargestellt:

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Anzahl der Flugereignisse	1,954*	15	.015	0,013
Maximalpegel	1,534	18	.069	0,012
Anzahl x Maximalpegel	0,968	51	.538	0,021
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
GS-M	2,072**	29	.001	0,073
WM-M	1,723*	29	.011	0,061
RU-M	1,299	29	.136	0,047
Anzahl der Flugereignisse:				
GS-M	4,487**	5	.000	0,028
WM-M	4,266**	5	.001	0,027
RU-M	1,643	5	.146	0,011

*Tabelle 37: Multivariate, zweifaktorielle Varianzanalyse für die nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten erhobenen MDBF-Morgenwerte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe) zur Überprüfung der Haupteffekte der Faktoren ‚Häufigkeit der Fluglärmereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie deren Interaktion. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Das multivariate Modell für die MDBF-Morgenwerte ist sehr signifikant, weist allerdings nur geringe Effektstärken auf den einzelnen Skalen auf (Eta-Quadrat = ϵ^2). In den multivariaten Tests ist nur der Faktor ‚Anzahl der Flugereignisse‘ signifikant. Für den Faktor ‚Maximalpegel‘ besteht nur ein Trend. Die Interaktion beider Para-

¹ Nach Bortz (1999) handelt es sich bei den beiden Parametern um ‚fixed factor‘, da eine Auswahl der Faktorstufen getroffen wurde, die natürlichen Fluglärmbedingungen in der Nacht entsprechen soll.

meter ist nicht signifikant. Univariate Tests sind für die Skala ‚Stimmung‘ sehr signifikant und für die Skala ‚Wachheit‘ signifikant. Die ‚Anzahl der Flugereignisse‘ zeigt sehr signifikante Haupteffekte auf den Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘, jedoch nicht auf der Skala ‚Ruhe‘.

Zur Veranschaulichung der Effekte der ‚Anzahl der Flugereignisse‘ auf die Morgenwerte der Befindlichkeitsskalen werden die Verläufe über die Faktorstufen bei exemplarischen Maximalpegeln (0, 55, 60 und 65 dB) in folgenden Abbildungen graphisch dargestellt:

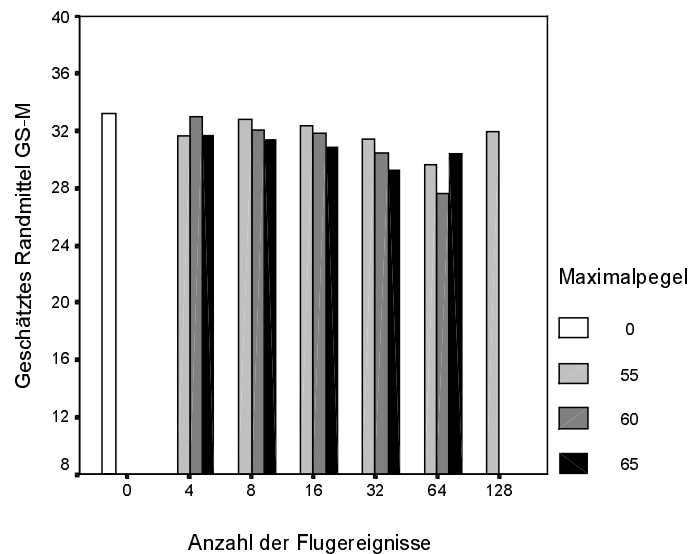


Abbildung 7: Werteverläufe der Skala GS-M (Stimmung am Morgen: Min.=8; Max.=40) einiger exemplarischer Faktorstufen des Maximalpegels (0, 55, 60 und 65 dB) über die Faktorstufen ‚Anzahl der Flugereignisse‘.

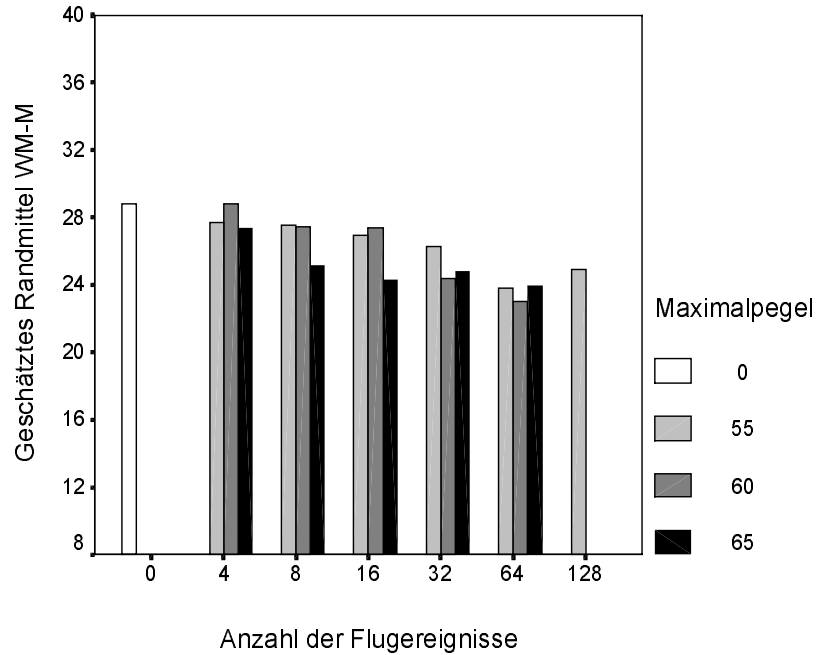


Abbildung 8: Werteverläufe der Skala WM-M (Wachheit am Morgen: Min.=8; Max.=40) einiger exemplarischer Faktorstufen des Maximalpegels (0, 55, 60 und 65 dB) über die Faktorstufen ‚Anzahl der Flugereignisse‘.

Mit zunehmender Anzahl der Flugereignisse schätzen sich die Versuchspersonen als etwas schlechter gelaunt und etwas müder ein.

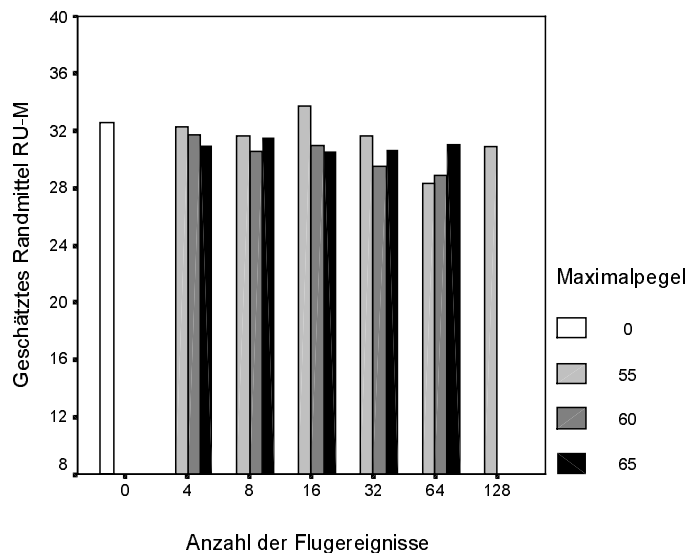


Abbildung 9: Werteverläufe der Skala RU-M (Ruhe am Morgen: Min.=8; Max.=40) einiger exemplarischer Faktorstufen des Maximalpegels (0, 55, 60 und 65 dB) über die Stufen des Faktors ‚Anzahl der Flugereignisse‘.

Anhand von Scheffé-Tests werden A-posteriori-Vergleiche (Bortz, 1999) zwischen den einzelnen Faktorstufen der Variablen ‚Anzahl der Flugereignisse‘ für die

MDBF-Morgenwerte durchgeführt. Die Homogenität der Untergruppen kann belegt werden (für die Skala ‚Stimmung‘ besteht jedoch ein Trend). Die Ergebnisse sind in Tabelle 38 dargestellt:

Anzahl ↓	0 (n=80)	4 (n=143)	8 (n=158)	16 (n=143)	32 (n=120)	64 (n=104)	128 (n=48)
0					GS-M** WM-M*	GS_M** WM-M**	WM-M(T)
4						WM-M*	
8							
16							
32							
64							
128							

*Tabelle 38: Ergebnisse der Scheffé-Tests für die Faktorstufen der Variablen ‚Anzahl der Fluglärmereignisse‘ für die MDBF-Morgenwerte der Skalen ‚Stimmung‘ (GS-M), ‚Wachheit‘ (WM-M) und ‚Ruhe‘ (RU-M). Signifikante Vergleiche sind mit *, sehr signifikante mit ** und Trends mit T markiert. Nichtsignifikante Vergleiche werden nicht aufgeführt.*

Für die Skala ‚Stimmung‘ bestehen Unterschiede zwischen der Faktorstufe 0 und den Stufen 32 (signifikant) und 64 (sehr signifikant). Für die Skala ‚Wachheit‘ bestehen Unterschiede zwischen der Faktorstufe 0 und den Stufen 32 (signifikant) und 64 (sehr signifikant), der Unterschiede mit der Stufe 128 besteht nur als Trend. Darüber hinaus ergibt sich für die Skala ‚Wachheit‘ ein signifikanter Unterschied zwischen den Faktorstufen 4 und 64 (signifikant). Alle anderen Unterschiede erreichen keine Signifikanz.

Da kein signifikanter Haupteffekt des Faktors ‚Maximalpegel‘ sowie keine Interaktion zwischen ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ bestehen, können keine Scheffé-Tests durchgeführt werden.

In einer multivariaten, einfaktoriellen Analyse werden die Effekte des ‚Mittelungspegels‘ auf die MDBF-Werte geprüft. Dazu werden Kategorien aus dem L_{eq3} von 3-dB(A)-Abständen gebildet. Die Bedingung ohne Fluglärm umfasst die Kategorie 1 (= 0 dB), die weiteren 10 Kategorien beinhalten – wie in Tabelle 39 dargestellt – die aufgeführten Bereiche:

Kategorien des Leq3	Bereich in dB(A)	N
1	0	80
2	25.1 – 28.0	24
3	28.1 – 31.0	56
4	31.1 – 34.0	72
5	34.1 – 37.0	112
6	37.1 – 40.0	96
7	40.1 – 43.0	96
8	43.1 – 46.0	72
9	46.1 – 49.0	72
10	49.1 – 52.0	72
11	52.1 – 55.0	48

Tabelle 39: Kategorien des fluglärmbezogenen Mittelungspegels in 3-dB(A)-Abständen (Leq3)

Die Gleichheit der Kovarianzmatrizen durch den Box-Test belegt werden. Die Voraussetzung der Gleichheit der Fehlervarianzen ist nur für die Skalen ‚Wachheit‘ und ‚Stimmung‘ erfüllt.

In Tabelle 40 werden die Ergebnisse der multivariaten Varianzanalyse für den Faktor ‚Kategorien Leq3‘ (s. Tabelle 39) dargestellt:

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Kategorien Leq3:	1.819**	30	.004	0.023
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
GS-M	3.311**	10	.000	0.041
WM-M	2.676**	10	.003	0.033
RU-M	1.601	10	.102	0.020

Tabelle 40: Ergebnisse der multivariaten, einfaktoriellem Varianzanalyse für die nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten erhobenen MDBF-Morgenwerte (GS = Stimmung; WM = Wachheit; RU = Ruhe) zur Überprüfung des Effekts des Lärmparameters ‚Mittelungspegel‘ in Kategorien von 3 dB(A)-Abständen. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.

Die „Overall“-Signifikanz (Bortz, 1999) des multivariaten, einfaktoriellen Modells kann belegt werden, jedoch ist die Effektstärke gering. Über die Kategorien des L_{eq3} bestehen sehr signifikante Unterschiede für die Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘. Der Effekt des Faktors ‚Kategorien des Mittelungspegels‘ ist für die Skala ‚Stimmung‘ und für die Skala ‚Wachheit‘ sehr signifikant bei geringer Effektstärke. Aus den Ergebnissen dieser Varianzanalyse und der Rangkorrelationsanalysen (s. Tabelle 17) kann gefolgert werden, dass sich die Versuchspersonen mit steigendem Dauerschallpegel geringfügig schlechter gelaunt und müder einschätzen.

In den Mehrfachvergleichen zwischen den einzelnen Kategorien des L_{eq3} (Scheffé-Tests) wird nur für die Skala ‚Stimmung‘ ein signifikanter Unterschied zwischen der Kategorie 1 (0 dB) und 8 (43,1-46,0 dB) erzielt.

11.4.2 Multivariate Analysen zur Bestimmung des Effekts der ‚Belästigung‘

Da die Belästigung durch den nächtlichen Fluglärm als wichtiger Mediator in dieser Studie bewertet wird, soll in zwei multivariaten, einfaktoriellen Varianzanalysen jeweils getrennt für die Morgen- und Abendwerte des MDBF der Effekt der Belästigung (mit den 5 Faktorstufen: nicht – wenig – mittelmäßig – ziemlich – sehr belästigt jeweils morgens erfasst) vertiefend erkundet werden. Für beide Analysen wird eine Gleichheit der Fehlervarianzen über den Levene-Test nur für die Skala ‚Wachheit‘ am Morgen und ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ am Abend nachgewiesen. Für beide Analysen kann die Gleichheit der Kovarianzmatrizen über den Box-Test nicht belegt werden. Die Ergebnisse beider Analysen werden in Tabelle 41 dargestellt:

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Belästigung:	20.453**	12	.000	0.094
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
GS-M	49.444**	4	.000	0.200
WM-M	68.732**	4	.000	0.258
RU-M	30.879**	4	.000	0.135

<u>Multivariate Tests:</u>				
Belästigung:	4.048**	12	.000	0.020
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
GS-A	3.308*	4	.011	0.016
WM-A	11.473**	4	.000	0.055
RU-A	3.350**	4	.010	0.017

Tabelle 41: Multivariate, univariate Varianzanalyse für die MDBF-Daten (getrennt für Morgen- und Abendwerte (nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten erhoben) zur Überprüfung des Haupteffekts und der ‚Belästigung‘ (5-stufige Skala). Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.

Die multivariaten Modelle für den Faktor ‚Belästigung‘ sind für Morgen- (Effektstärke: 0.094) und Abendwerte des MDBF (Effektstärke: 0.02) sehr signifikant. Die sehr signifikanten Effekte der ‚Belästigung‘ auf den Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ sind von mittlerer Stärken, auf die Skala ‚Ruhe‘ ist der Effekt kleiner. Für die Abendwerte sind die Effekte für die Skala ‚Stimmung‘ signifikant und für die Skalen ‚Wachheit‘ und ‚Ruhe‘ sehr signifikant. Die Effektstärken sind jedoch gering.

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse werden die MDBF-Skalen (Morgenwerte) über die fünf Stufen der ‚Belästigung‘ in den folgenden Abbildungen graphisch dargestellt:

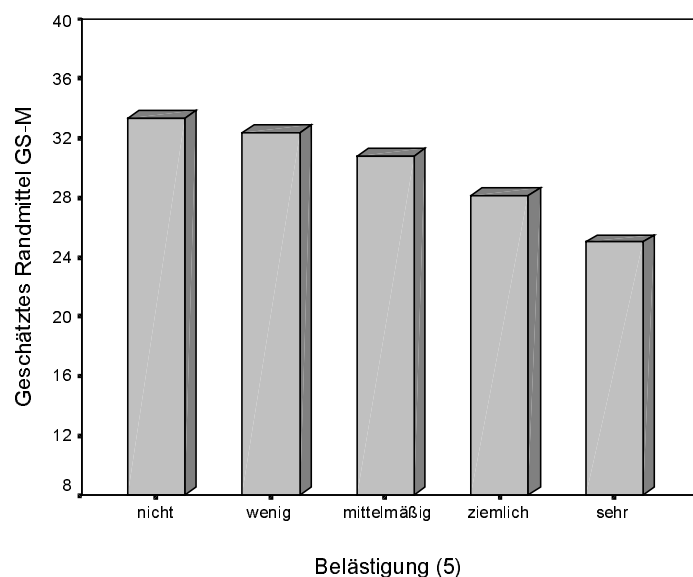


Abbildung 10: Morgenwerte der Skala ‚Stimmung‘ über die Stufen der Skala ‚Belästigung‘ (Min.=8; Max.=40)

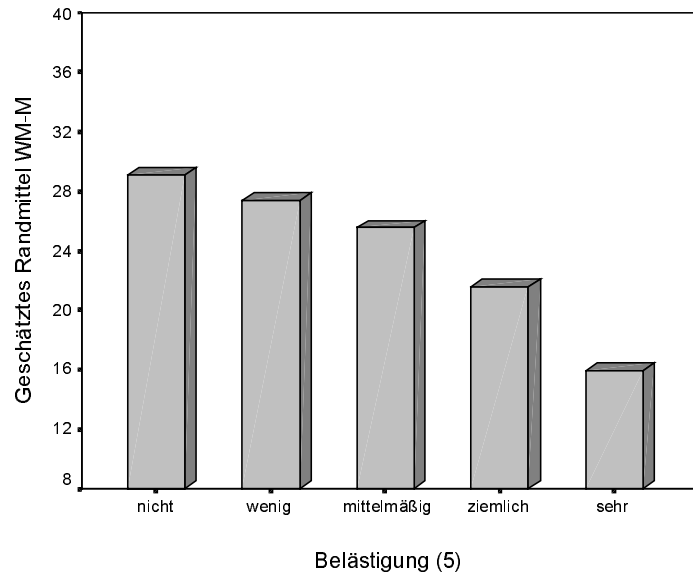


Abbildung 11: Morgenwerte der Skala ‚Wachheit‘ über die Stufen der Skala ‚Belästigung‘ ((Min.=8; Max.=40))

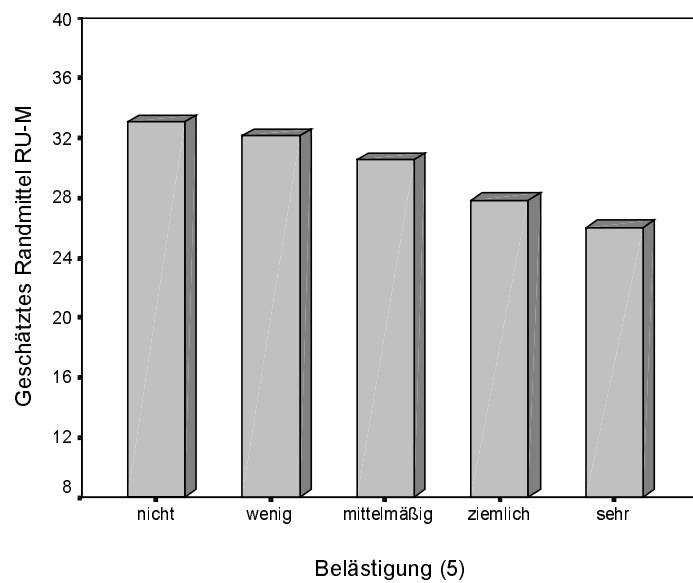


Abbildung 12: Morgenwerte der Skala ‚Ruhe‘ über die Stufen der Skala ‚Belästigung‘ (Min.=8; Max.=40)

Aus den Ergebnissen und den graphischen Darstellungen wird ersichtlich, dass sich die Versuchspersonen mit steigender Belästigung als schlechter gelaunt, müder und unruhiger einschätzen.

Für die fünf Faktorstufen der Belästigung werden Mehrfachvergleiche post hoc über Scheffé-Tests durchgeführt, dafür wird für alle Untersuchungen die Homoge-

nität der Untergruppen nachgewiesen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 42 dargestellt:

Belästigung → ↓	1 (n=232)	2 (n=251)	3 (n=162)	4 (n=100)	5 (n=51)
1 = nicht belästigt		WM-M*	GS-M** WM-M** RU-M**	GS-M** WM-M** RU-M** GS-A* WM-A** RU-A*	GS-M** WM-M** RU-M** WM-A**
2 = wenig belästigt			GS-M* WM-M(T) RU-M(T) WM-A**	GS-M** WM-M** RU-M**	GS-M** WM-M** RU-M**
3 = mittelmäßig belästigt				GS-M** WM-M** RU-M**	GS-M** WM-M** RU-M**
4 = ziemlich belästigt					GS-M** WM-M**
5 = sehr belästigt					

Tabelle 42: Scheffé-Tests für die Faktorstufen der Variablen ‚Belästigung‘ (1=nicht; 2=wenig; 3=mittelmäßig; 4=ziemlich; 5=sehr belästigt) für die **M**orgen und **A**bendwerte der MDBF-Skalen ‚Stimmung‘ (GS), ‚Wachheit‘ (WM) und ‚Ruhe‘ (WM). Signifikante Vergleiche sind mit *, sehr signifikante mit ** und Trends mit T markiert.

Zwischen den Faktorstufen der ‚Belästigung‘ bestehen überwiegend sehr signifikante Unterschiede für die Morgenwerte aller MDBF-Skalen, mit Ausnahme des Vergleiches von Stufe 1 (nicht belästigt) und 2 (wenig belästigt), der nur für die Werte der Skala ‚Wachheit‘ signifikant ist und von Stufe 4 (ziemlich belästigt) und 5 (sehr belästigt), die sich hinsichtlich der Werte der Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ sehr signifikant unterscheiden. Für alle Abendwerte des MDBF besteht nur ein signifikanter Unterschied zwischen den Faktorstufen 1 (nicht belästigt) und 4 (ziemlich belästigt), für die Skala ‚Wachheit‘ am Abend darüber hinaus noch sehr

signifikante Differenzen zwischen den Stufen 1 und 5 (sehr belästigt) und 2 (wenig belästigt) und 3 (mittelmäßig belästigt).

11.4.3 Ergebnisse der Kovarianzanalysen

In einer multivariaten, zweifaktoriellen Kovarianzanalyse wird der Einfluss der ‚Belästigung‘ als Mediator für die Beziehung zwischen Fluglärmparametern und den MDBF-Daten (nur für die Morgenwerte, für die signifikante Haupteffekte der Flugparameter bestehen) vertiefend untersucht. Die Daten der 5-stufigen Likertskala der Belästigung werden dabei als Kovariate eingesetzt. Durch den Levene-Test wird die Gleichheit der Fehlervarianzen für alle MDBF-Skalen nachgewiesen. Die Gleichheit der Kovarianzmatrizen wird durch den Box-Test nicht belegt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 43 dargestellt:

Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df (Pillai-Spur)	Signifikanz	Eta- Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Belästigung	75.744**	3	.000	0.230
Anzahl der Flugereignisse	0.706	15	.780	0.005
Maximalpegel	1.536	18	.069	0.012
Anzahl x Maximalpegel	0.933	51	.609	0.020
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
GS-M	7.124	30	.000	0.219
WM-M	8.870	30	.000	0.258
RU-M	5.039	30	.000	0.165
Belästigung:				
GS-M	143.147**	1	.000	0.158
WM-M	204.438**	1	.000	0.211
RU-M	108.426**	1	.000	0.124

Tabelle 43: Multivariate, zweifaktorielle Kovarianzanalyse für die MDBF-Morgenwerte (nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten erhoben) mit den Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie der Kovariaten ‚Belästigung‘ (5-stufige Skala). Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.

Das Kovarianzmodell mit der Kovariaten ‚Belästigung‘ ist sehr signifikant bei mittlerer Effektstärke. In den multivariaten Tests besteht nur für die Belästigung als Kovariate ein sehr signifikanter Effekt. Im Modell erklärt die Belästigung jeweils

sehr signifikant die Varianz aller drei Befindlichkeits-Dimensionen, wobei die Effektstärke für die Skala ‚Wachheit‘ von mittlerer Größe und für die Skala ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ geringer ist. Die Versuchspersonen schätzten sich nach den Ergebnissen dieser Kovarianzanalyse, aber auch der Partialkorrelationsberechnung (vgl. Kap. 11.2.3) hauptsächlich dann als müder, schlechter gelaunt und unruhiger ein, wenn sie sich durch den nächtlichen Fluglärm belästigt fühlen.

In einer abschließenden Kovarianzanalyse gehen die Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie als Kovariate alle Moderatoren ein. Für die Personenmerkmale werden die Stanine-Werte aus dem FPI herangezogen. Die Berechnungen erfolgen nur für die Morgenwerte des MDBF. Die Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) wird für die Skalen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ nachgewiesen. Über den Box-Test kann die Gleichheit der Kovarianzmatrizen nicht belegt werden. Die Ergebnisse der Kovarianzanalyse werden in Tabelle 44 dargestellt:

Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Moderatoren:				
Alter	42.528**	3	.000	0.145
Geschlecht	9.315**	3	.000	0.036
Vorbelastung durch Nachtfluglärm	40.539**	3	.000	0.139
Einstellung gegenüber Flugverkehr	18.735**	3	.000	0.070
Chancen gegen Fluglärm	1.047	3	.371	0.004
Lebenszufriedenheit	6.656**	3	.000	0.026
Erregbarkeit	18.282**	3	.000	0.068
Gesundheitssorgen	14.115**	3	.000	0.053
Extraversion	17.152**	3	.000	0.064
Emotionalität	0.859	3	.462	0.003
Faktoren:				
Anzahl der Flugereignisse	2.282**	15	.003	0.015
Maximalpegel	1.581	18	.056	0.012
Anzahl x Pegel	1.124	51	.255	0.025
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				

Korrigiertes Modell:				
GS-M	3.558**	39	.000	0.158
WM-M	7.190**	39	.000	0.211
RU-M	3.939**	39	.000	0.124
Anzahl der Flugereignisse:				
GS-M	5.574**	5	.000	0.036
WM-M	4.770**	5	.000	0.031
RU-M	2.349	5	.039	0.015

*Tabelle 44: Kovarianzanalyse für die MDBF-Morgenwerte (nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten erhoben) mit den Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie den Kovariaten ‚Alter‘, ‚Geschlecht‘, ‚Vorbelastung durch Nachtfluglärm‘, ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘, ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ und den Personenmerkmalen ‚Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheitssorgen‘, ‚Extraversion‘ und ‚Emotionalität‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Die „Overall“-Signifikanz (ebd.) des Modells ist für alle als Kovariate eingesetzten Moderatoren – mit Ausnahme der ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ und der ‚Emotionalität‘ – gegeben. Die Effektstärken der Moderatoren ‚Alter‘ und ‚Vorbelastung durch Nachtfluglärm‘ ist am höchsten, gefolgt von der ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘, der ‚Erregbarkeit‘, der ‚Extraversion‘ und den ‚Gesundheitssorgen‘ sowie ferner dem ‚Geschlecht‘ und der ‚Lebenszufriedenheit‘. Die Signifikanz des Effekts der ‚Anzahl der Flugereignisse‘ bleibt im Kovarianzmodell bestehen, für den ‚Maximalpegel‘ besteht nur ein Trend.

Die Signifikanz des kovarianzanalytischen Modells ist insgesamt gesichert. Die Effektstärken für die Skala ‚Wachheit‘ ist von mittlerer Höhe, für die Skala ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ fällt sie geringer aus. Es bestehen sehr signifikante Haupteffekte des Faktors ‚Anzahl der Flugereignisse‘ auf die Skala ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ sind sehr signifikant. Durch die Anhebung des Signifikanzniveaus wegen fehlender Varianzgleichheit ist der Effekt auf die Skala ‚Ruhe‘ nicht signifikant. Die Effektstärke der Faktoren ist geringer als die der meisten Moderatoren.

Aus den Ergebnissen (vgl. für die Richtung des Effekts Tabelle 17) kann gefolgert werden, dass sich die Versuchspersonen auch unter Kontrolle aller Moderatorvariablen geringfügig müder und schlechter gelaunt mit steigender Anzahl der Flugereignisse einschätzen.

12 Ergebnisse des EBF

12.1 Deskriptive Analysen

In Tabelle 45 und Tabelle 47 werden jeweils getrennt für die Experimental- (N=80) und Kontrollgruppe (N=16) Maße der zentralen Tendenz, Abweichungsmaße sowie Verteilungskennwerte der EBF-Daten für die beiden Hauptscores ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘, sowie für die Unterskalen dargestellt. Die Messungen beziehen sich auf den Zeitraum nach der Basisnacht bis einschließlich nach den anschließenden 9 Fluglärmnächten (Nächte 2-11, auch für die Kontrollgruppe). In Tabelle 46 und Tabelle 48 werden die Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Tests zur Überprüfung der Normalverteilung der Daten aufgeführt:

Deskriptive Statistiken

	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Schiefe	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Gültig	Fehlend							
BEL_G	796	4	,7707	,6700	,5530	1,376	2,632	,00	3,45
ERH_G	796	4	2,7767	2,8000	,8267	-,093	-,187	,20	5,23
BEL_ALLG	796	4	,5661	,3300	,8134	2,348	6,865	,00	5,17
BEL_EMO	796	4	,5029	,3300	,6513	2,301	7,520	,00	4,33
BEL_SOZ	796	4	,3875	,1700	,6361	3,360	15,868	,00	5,17
KONFL	796	4	,8094	,6700	,6876	1,102	1,455	,00	4,00
UEBMUED	796	4	1,3118	1,1700	,8521	1,030	1,931	,00	5,33
ENLOS	796	4	,9346	,8300	,7539	1,079	1,456	,00	4,33
BEL_SOM	796	4	,8833	,6700	,7395	1,439	2,887	,00	4,67
ERFOLG	796	4	2,3062	2,2500	,9742	,295	-,253	,00	5,00
ERH_SOZ	796	4	1,9596	1,8300	1,1349	,499	-,291	,00	5,83
ERH_SOM	796	4	2,8043	2,8300	1,0383	,071	-,327	,00	5,83
ERH_ALLG	796	4	3,3702	3,5000	1,1492	-,352	-,659	,17	6,00
SCHLAF	796	4	3,4429	3,3300	1,1584	-,084	-,443	,17	6,00

Tabelle 45: Deskriptive Kennwerte der EBF-Daten (BEL_G = Gesamtscore Belastung; ERH_G = Gesamtscore Erholung; Unterskalen: BEL_ALLG = Allgemeine Belastung – Niedergeschlagenheit; BEL_EMO = Emotionale Belastung; BEL_SOZ = ‚Soziale Spannungen‘; KONFL = ‚Ungelöste Konflikte – Erfolglosigkeit‘; UEBMUED = ‚Übermüdung – Zeitdruck‘; ENLOS = ‚Energierlosigkeit – Unkonzentriertheit‘; BEL_SOM = ‚Körperliche Beschwerden‘; ERFOLG = ‚Erfolg – Leistungsfähigkeit‘; ERH_SOZ = ‚Erholung im sozialen Bereich‘; ERH_SOM = ‚Erholung Körperliche Erholung‘; ERH_ALLG = ‚Allgemeine Erholung – Wohlbefinden‘; SCHLAF = ‚Erholsamer Schlaf‘) für die Experimentalgruppe (nur nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten, Nächte 2-11)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

	Kolmogorov -Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
BEL_G	2,752	,000
ERH_G	,999	,271
BEL_ALLG	6,862	,000
BEL_EMO	6,207	,000
BEL_SOZ	7,652	,000
KONFL	3,373	,000
UEBMUED	2,595	,000
ENLOS	3,034	,000
BEL_SOM	3,716	,000
ERFOLG	2,098	,000
ERH_SOZ	2,204	,000
ERH_SOM	1,458	,028
ERH_ALLG	2,726	,000
SCHLAF	1,365	,048

Tabelle 46: Überprüfung der Normalverteilung der EBF-Daten mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests (Beschriftung s. Tabelle 45) für die Experimentalgruppe (nur nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten, Nächte 2-11).

Die Werte im Bereich ‚Beanspruchung‘ sind linksschief und nicht normalverteilt. Daher divergieren Mittelwert und Median deutlich für diese Skalen. Für den Gesamtscore ‚Erholung‘ wird eine Normalverteilung erzielt, die Daten der Unterskalen ‚Erfolg – Leistungsfähigkeit‘, ‚Erholung im sozialen Bereich‘ und ‚Körperliche Erholung‘ sind linksschief, die der Unterskalen ‚Allgemeine Erholung – Wohlbefinden‘ sowie ‚Erholsamer Schlaf‘ sind rechtsschief verteilt. Alle Unterskalen sind nicht hinreichend normalverteilt.

Statistiken

	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Schiefe	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Gültig	Fehlend							
BEL_G	160	0	,7121	,6900	,4281	,812	,803	,05	2,12
ERH_G	160	0	2,8777	2,9300	,7926	-,167	-,442	,90	4,33
BEL_ALLG	160	0	,4381	,1700	,5268	1,434	1,990	,00	2,33
BEL_EMO	160	0	,5044	,3300	,5648	1,704	3,475	,00	2,83
BEL_SOZ	160	0	,4415	,3300	,5170	1,824	4,144	,00	2,83
KONFL	160	0	,7838	,6700	,6057	,892	,534	,00	2,67
UEBMUED	160	0	1,1764	1,0000	,7107	,984	1,649	,00	3,83
ENLOS	160	0	,8106	,8300	,5876	,822	,753	,00	2,83
BEL_SOM	160	0	,8267	,6700	,6279	1,095	1,371	,00	3,17
ERFOLG	160	0	2,3318	2,1700	1,1258	,553	-,153	,00	4,83
ERH_SOZ	160	0	2,0227	2,0000	1,0471	,176	-,959	,17	4,33
ERH_SOM	160	0	2,9005	3,0000	1,0315	-,051	-,214	,33	5,17
ERH_ALLG	160	0	3,4774	3,6700	1,0520	-,504	-,278	,67	5,33
SCHLAF	160	0	3,6506	3,6700	,9088	-,365	-,207	1,17	5,83

Tabelle 47: Deskriptive Kennwerte der EBF- Daten (Beschriftung s. Tabelle 45) für die Kontrollgruppe (nur nach den Nächten 2-11)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

	Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
BEL_G	1,063	,209
ERH_G	,517	,952
BEL_ALLG	2,619	,000
BEL_EMO	2,351	,000
BEL_SOZ	2,486	,000
KONFL	1,829	,002
UEBMUED	1,477	,025
ENLOS	1,326	,059
BEL_SOM	1,642	,009
ERFOLG	1,431	,033
ERH_SOZ	1,390	,042
ERH_SOM	,858	,453
ERH_ALLG	1,063	,208
SCHLAF	1,153	,140

Tabelle 48: Überprüfung der Normalverteilung der EBF-Daten (Beschriftung s. Tabelle 45) für die Kontrollgruppe (nach den Nächten 2-11).

Die EBF-Werte für die Kontrollgruppe sind im Beanspruchungs-Bereich ebenfalls linksschief verteilt. Der Gesamtscore ‚Beanspruchung‘ ist hinreichend normalverteilt, jedoch keine seiner Unterskalen. Der Gesamtscore ‚Erholung‘ sowie die

Unterskalen ‚Körperliche Erholung‘, ‚Allgemeine Erholung – Wohlbefinden‘ und ‚Erholsamer Schlaf‘ sind ebenfalls hinreichend normalverteilt. Die Spannweite der Verteilung der Werte der Kontrollgruppe ist in allen Skalen kleiner als die der Experimentalgruppe.

12.2 Ergebnisse der Korrelationsanalysen

Den Berechnungen liegen die Werte zugrunde, die nach den Nächten 2 bis 11 (Basisnacht und Fluglärmnächte) erhoben wurden. Für die beiden Hauptscores des EBF gelten die üblichen Grenzen der Signifikanz (signifikant bei $\alpha \leq .05$ und sehr signifikant bei $\alpha \leq .01$). Für die Unterskalen des EBF wird wiederum eine Korrektur der ermittelten Alpha-Werte nach Bonferoni durchgeführt (vgl. Bortz, 1999). Für die sieben Skalen des Beanspruchungsbereichs muss deshalb eine Wahrscheinlichkeit von $\alpha/7 \leq .007$ und für die fünf Unterskalen des Bereichs ‚Erholung‘ von $\alpha/5 \leq .01$ unterschritten werden, um eine Signifikanz zu erzielen. Ergebnisse im Beanspruchungsbereich werden als sehr signifikant bei Unterschreitung einer Wahrscheinlichkeit von $\alpha \leq .0014$ und im Erholungsbereich bei einem $\alpha \leq .002$ bezeichnet. Um die Ergebnisdarstellung übersichtlicher zu gestalten, wird auf Trends – wegen der großen Anzahl von Unterskalen – nur für die beiden Hauptscores (bei Unterschreitung von $\alpha = .10$) eingegangen.

12.2.1 Korrelationsanalysen zwischen Fluglärmparametern (UVn) und EBF-Daten (AVn)

In Tabelle 49 werden die Ergebnisse der Korrelationsanalysen über den Zusammenhang zwischen den Fluglärmparametern ‚Mittelungspegel‘ (L_{eq3}), ‚Maximalpegel‘ (L_{ASmax}), der ‚Pegelhäufigkeit‘ (n-Pegel) und den EBF-Daten dargestellt. Da für die EBF-Daten überwiegend kein metrisches Skalenniveau angenommen werden kann, wird der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (r_s vereinfacht: r) verwendet:¹

¹ Die Unterscheidung der Effekte des nominalen Parameters ‚Start / Landung‘ wird über einen Mann-Whitney-U-Test berechnet (s. Kap. 7.3.1).

		Mittelungspegel Leq3	Maximalpegel LASmax	Pegelhäufigkeit n-pegel
BEL-G	r	0.005	-0.029	0.051
	Sign.	.446	.206	.076
ERH-G	r	-0.032	-0.014	-0.102**
	Sign.	.186	.347	.002
BEL-ALLG	r	0.007	0.013	-0.010
	Sign.	.419	.353	.392
BEL-EMO	r	0.005	-0.006	0.005
	Sign.	.447	.430	.448
BEL-SOZ	r	-0.006	-0.012	-0.010
	Sign.	.437	.368	.392
KONFL	r	-0.051	-0.081	-0.049
	Sign.	.076	.040	.081
UEBMUED	r	0.048	-0.026	0.151**
	Sign.	.086	.231	.000
ENLOS	r	0.003	-0.029	-0.058
	Sign.	.470	.203	.050
BEL-SOM	r	0.049	-0.017	0.114**
	Sign.	.083	.318	.001
ERFOLG	r	-0.020	-0.022	-0.025
	Sign.	.289	.272	.237
ERH-SOZ	r	0.026	0.056	-0.035
	Sign.	.234	.057	.160
ERH-SOM	r	0.003	0.018	-0.049
	Sign.	.465	.303	.083
ERH-ALLG	r	-0.025	-0.004	-0.053
	Sign.	.241	.451	.067
SCHLAF	r	-0.087*	0.011	-0.209**
	Sign.	.007	.384	.000

*Tabelle 49: Rangkorrelationen zwischen Fluglärmparametern und EBF-Daten (Beschriftung s. Tabelle 45) (Werte nach der Basisnacht und den Fluglärmnächten). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Für den Gesamtscore ‚Belastung‘ besteht eine Beziehung zur Pegelhäufigkeit nur als Trend. Für seine Unterskalen ‚Übermüdung – Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung, ergeben sich geringe, jedoch sehr signifikante Korrelationen mit der Häufigkeit der Flugereignisse. Daraus kann gefolgert werden, dass sich die Versuchspersonen mit steigender Anzahl von Flugereignissen als etwas beanspruchter in diesen Bereichen einschätzen. Der Gesamtscore ‚Erholung‘ weist schwache, negative, jedoch sehr signifikante Korrelationen mit der Pegelhäufigkeit auf, das heißt, mit steigender Anzahl der nächtlichen Flugereignisse schätzen sich die Versuchspersonen insgesamt als weniger erholt ein. Im Erholungsbereich korreliert die Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ schwach mit dem Mittelungspegel (signifikant) und der Pegelhäufigkeit (sehr signifikant). Dabei fallen die Koeffizienten der zuletzt genannten verglichen mit den anderen Skalen am höchsten aus. Die Zusammenhänge der EBF-Daten mit dem Maximalpegel sind für keine Skala signifikant.

12.2.2 Korrelationsanalysen zwischen den Moderatoren und den EBF-Daten

Die Zusammenhänge zwischen allen soziodemographischen¹ sowie psychologischen Moderatoren und den EBF-Daten werden entsprechend der gerichteten Hypothesen 1-seitig getestet. Wegen der Verteilungskennwerte (s. Tabelle 45) wird der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman verwendet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 50 und Tabelle 51 dargestellt:

Rangkorrelation	Alter	Vorbelastung durch Nachtfluglärm	Einstellung gegenüber Flugverkehr	Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm
BEL-G r Sign.	-0.126** .000	0.146** .000	-0.078* .013	-0.133** .000
ERH-G Sign.	-0.090** .006	-0.167** .000	0.186** .000	0.061* .043
BEL-ALLG r Sign.	-0.221** .000	0.060 .045	0.097* .003	-0.153** .000

¹ Der Einfluss des Moderators ‚Geschlecht‘ wird über einen nichtparametrischen Paarvergleich berechnet (7.3.2).

Rangkorrelation	Alter	Vorbelastung durch Nachtfluglärm	Einstellung gegenüber Flugverkehr	Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm
BEL-EMO r Sign.	-0.134** .000	0.054 .065	-0.042 .116	-0.082 .011
BEL-SOZ r Sign.	-0.131** .000	0.052 .065	0.016 .329	-0.095* .004
KONFL r Sign.	-0.092* .005	0.139** .000	0.010 .390	-0.050 .080
UEBMUED r Sign.	-0.089* .006	0.194** .000	-0.091* .005	-0.132** .000
ENLOS r Sign.	-0.060 .045	0.139** .000	-0.061 .042	-0.119** .000
BEL-SOM r Sign.	-0.012 .368	0.143** .000	-0.062 .040	-0.177** .000
ERFOLG r Sign.	-0.071 .023	-0.069 .026	0.173** .000	0.020 .287
ERH-SOZ r Sign.	-0.138** .000	-0.117** .000	0.068 .027	-0.066 .031
ERH-SOM r Sign.	0.028 .217	-0.109** .001	0.179** .000	0.104** .002
ERH-ALLG r Sign.	-0.033 .177	-0.154** .000	0.184** .000	0.062 .042
SCHLAF r Sign.	-0.117** .000	-0.218** .000	0.146** .000	0.155** .000

*Tabelle 50: Rangkorrelationen zwischen den Moderatorvariablen Alter, Vorbelastung durch Nachtfluglärm (Werte 1 bis 5 nach steigender Belastung), der Einstellung gegenüber Fluglärm (1=sehr negativ – 5= sehr positiv) und der Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm (1-5 steigend) und den EBF-Daten (Beschriftung s. Tabelle 45). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Alter: Mit dem Gesamtscore ‚Belastung‘ sowie seinen Unterskalen (mit Ausnahme der Skalen ‚Energielosigkeit – Unkonzentriertheit‘ und ‚Körperliche Belastung‘) zeigen sich geringe negative Korrelationen, die jedoch sehr signifikant sind, das heißt, mit steigendem Lebensalter fühlen sich die Versuchspersonen nach der Ba-

sisnacht und den Fluglärmnächten weniger beansprucht. Für den Gesamtscore ‚Erholung‘ und die Unterskalen ‚Erholung im sozialen Bereich‘ und ‚Erholsamer Schlaf‘ liegen schwache, negative, sehr signifikante Zusammenhänge vor, das heißt, dass sich die Versuchspersonen mit steigendem Alter weniger erholt in diesen Bereichen fühlen.

Vorbelastung durch Nachtfluglärm (Einschätzung auf die Frage: „Wie stark hören Sie Fluglärm nachts bei gekipptem Fenster?“ Antwortkategorien 1 – 5; nach steigender Belastung): Diese Moderatorvariable korreliert schwach negativ, jedoch sehr signifikant mit dem Gesamtscore ‚Belastung‘ und den Unterskalen ‚Ungelöste Konflikte‘, ‚Allgemeine Belastung‘, ‚Übermüdung – Zeitdruck‘, ‚Energierlosigkeit – Unkonzentriertheit‘ und ‚Körperliche Belastung‘, das heißt, mit steigender Fluglärmvorbelastung fühlen sich die Versuchspersonen nach den Fluglärmnächten in den erwähnten Bereichen beanspruchter. Die Zusammenhänge mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘ und seinen Unterskalen, mit Ausnahme der Skala ‚Erfolg – Leistungsfähigkeit‘ sind schwach, negativ und sehr signifikant, daraus folgt, dass die Versuchspersonen sich mit zunehmender Fluglärmvorbelastung nach den Fluglärmnächten als weniger erholt einschätzen.

Einstellung gegenüber Flugverkehr (Einschätzung auf die Frage: „Wie ist ihre Einstellung gegenüber Flugverkehr?“ Antwortkategorien 1-5; Extreme: sehr negativ – sehr positiv): Dieser Moderator korreliert schwach negativ und signifikant mit dem Gesamtscore ‚Belastung‘ sowie sehr signifikant mit seinen Unterskalen ‚Allgemeine Belastung – Niedergeschlagenheit‘ und ‚Übermüdung – Zeitdruck‘, das bedeutet, dass sich die Versuchspersonen mit positiverer Einstellung nach den Fluglärmnächten als weniger beansprucht in diesen Bereichen einschätzen. Mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘ und seinen Unterskalen ‚Körperliche Erholung‘, ‚Allgemeine Erholung – Wohlbefinden‘ sowie ‚Erholsamer Schlaf‘ zeigen sich schwache, positive Zusammenhänge, die sehr signifikant sind, das heißt, die Versuchspersonen mit positiverer Einstellung schätzen sich in diesem Bereich als erholter ein.

Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm (5 Antwortkategorien, ansteigend): Dieser Moderator korreliert schwach negativ und signifikant mit dem Hauptscore ‚Belastung‘ sowie sehr signifikant mit seinen Unterskalen ‚Allgemeine Belastung – Niedergeschlagenheit‘ und ‚Übermüdung – Zeitdruck‘. Die Zusammenhänge mit

dem Hauptscore ‚Erholung‘ sowie mit den Unterskalen ‚Erfolg - Leistungsfähigkeit‘, ‚Erholung im körperlichen Bereich‘, ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ und ‚Erholbarer Schlaf‘ sind schwach positiv und sehr signifikant.

In Tabelle 51 werden die Rangkorrelationskoeffizienten, die aus dem Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsmerkmalen¹ als Moderatoren und den EBF-Daten resultieren, dargestellt:

Rangkorrelation	Lebens- zufriedenheit	Erregbarkeit	Gesundheits- sorgen	Extraversion	Emotionalität
BEL-G r Sign.	-0.206** .000	0.150** .000	0.003 .466	-0.045 .103	0.173** .000
ERH-G Sign.	0.258** .000	-0.242** .000	-.020 0.291	.184** 0.000	-.275** 0.000
BEL-ALLG r Sign.	-.215** 0.000	.096* 0.003	.109** 0.001	.001 .487	0.189** .000
BEL-EMO r Sign.	-0.223** .000	0.134** .000	0.021 .277	-0.024 .253	0.136** .000
BEL-SOZ r Sign.	-0.138** .000	0.084 .009	-0.030 .201	0.006 .432	0.096* .003
KONFL r Sign.	-0.109** .001	-0.058 .051	0.146** .000	0.045 .104	0.145** .000
UEBMUED r Sign.	-0.168** .000	0.180** .000	-0.109** .001	-0.057 .054	0.122** .000
ENLOS r Sign.	-0.165** .000	0.145** .000	-0.034 .168	-0.117** .000	0.178** .000
BEL-SOM r Sign.	-0.101** .002	0.192** .002	-0.128** .000	-0.015 .338	0.103** .002
ERFOLG r Sign.	0.163** .000	-0.191** .000	0.068 .027	0.193** .000	-0.159** .000
ERH-SOZ r Sign.	0.227** .000	-0.147** .000	-0.111* .001	0.189** .000	-0.113** .001

¹ Für die Ausprägungen der Personenmerkmale werden die Stanine-Werte aus dem FPI (Fahrenberg et al., 1994) herangezogen.

Rangkorrelation		Lebens- zufriedenheit	Erregbarkeit	Gesundheits- sorgen	Extraversion	Emotionalität
ERH-SOM	r	0.204**	-0.207**	-0.034	0.121**	-0.251**
	Sign.	.000	.000	.171	.000	.000
ERH-ALLG	r	0.274**	-0.246**	0.073	0.163**	-0.249**
	Sign.	.000	.000	.020	.000	.000
SCHLAF	r	0.101**	-0.128**	0.136*	0.032	-0.133*
	Sign.	.002	.000	.000*	.187	.000

*Tabelle 51: Rangkorrelationen zwischen den Personenmerkmalen ‚Allgemeine Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheitssorgen‘, ‚Extraversion‘ sowie ‚Emotionalität‘ und den EBF-Daten (Beschriftung s. Tabelle 45). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Das Personenmerkmal ‚Allgemeine Lebenszufriedenheit‘ korreliert schwach negativ und sehr signifikant mit dem Gesamtscore ‚Belastung‘ und dessen Unterskalen sowie schwach positiv mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘ und allen Unterskalen; das sagt aus, dass sich die Versuchspersonen mit höherer allgemeiner Lebenszufriedenheit nach den Fluglärmnächten als weniger beansprucht und mehr erholt einschätzen. Das Merkmal ‚Erregbarkeit‘ zeigt schwach positive Korrelationen mit dem Gesamtscore ‚Belastung‘ und seinen Unterskalen (meist sehr signifikant) mit Ausnahme der Skala ‚Ungelöste Konflikte – Erfolglosigkeit‘. Die Zusammenhänge mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘ und seinen Unterskalen sind schwach positiv und sehr signifikant. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass sich die Versuchspersonen mit zunehmender Ausprägung dieses Merkmals als beanspruchter und weniger erholt einschätzen. Der Moderator ‚Gesundheitssorgen‘ korreliert nicht signifikant mit den beiden Hauptscores, jedoch im Beanspruchungsbereich schwach positiv und sehr signifikant mit den Skalen ‚Allgemeine Belastung - Niedergeschlagenheit‘ und ‚Ungelöste Konflikte - Erfolglosigkeit‘ und schwach negativ und sehr signifikant mit den Skalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Beschwerden‘. Im Erholungsbereich zeigt sich ein schwach negativer und sehr signifikanter Zusammenhang mit der Skala ‚Erholung im sozialen Bereich‘ und eine schwach positive, sehr signifikante Korrelation mit der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘. Das Merkmal ‚Extraversion‘ korreliert im Beanspruchungsbereich sehr signifikant und schwach negativ nur mit der Skala ‚Energielosigkeit -

Unkonzentriertheit'. Für den Hauptscore ‚Erholung‘ sowie die Unterskalen ‚Erfolg - Leistungsfähigkeit‘, ‚Erholung im sozialen Bereich‘, ‚Körperliche Erholung‘ und ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ ergeben sich schwach positive und sehr signifikante Zusammenhänge, das bedeutet, mit zunehmender Ausprägung des Merkmals ‚Extraversion‘ schätzen sich die Versuchspersonen nach den Fluglärmnächten als weniger beansprucht im Bereich ‚Energielosigkeit - Leistungsfähigkeit‘ und als erholter in den oben aufgeführten Bereichen ein. Sehr signifikante Korrelationen ergeben sich zwischen dem Merkmal ‚Emotionalität‘ und den EBF-Skalen, wobei die Beziehungen mit dem Beanspruchungsbereich schwach positiv und die mit den Erholungsskalen schwach negativ sind, das heißt, mit zunehmender Ausprägung dieses Merkmals schätzen sich die Versuchspersonen nach den Fluglärmnächten als mehr beansprucht und weniger erholt in allen Bereichen ein.

12.2.3 Partialkorrelationsanalysen für EBF-Daten und Fluglärmmaße unter Kontrolle der Moderatorvariablen

Die oben beschriebenen Zusammenhänge zwischen den Moderatorvariablen und den EBF-Daten macht es notwendig, den Einfluss dieser Variablen in einer Partialkorrelationsanalyse „herauszupartialisieren“, um zu belegen, dass die in Tabelle 49 dargestellten Zusammenhänge zwischen EBF-Daten und Fluglärmvariablen auch unter Kontrolle der Moderatorvariablen bestehen bleiben. Die Ergebnisse werden in Tabelle 52 aufgeführt:

Partialkorrelation		Mittelungspegel (Leq3)	Maximalpegel (LASmax)	Pegelhäufigkeit (n-pegel)
BEL-G	r	0.078*	-0.021	0.091**
	Sign.	.019	.293	.008
ERH-G	r	-0.056	0.021	-0.123**
	Sign.	.071	.289	.001
BEL-ALLG	r	0.064	0.061	-0.018
	Sign.	.044	.052	.319
BEL-EMO	r	0.037	0.025	0.007
	Sign.	.163	.254	.325
BEL-SOZ	r	0.037	-0.036	-0.075
	Sign.	.163	.174	.421

Partialkorrelation		Mittelungspegel (Leq3)	Maximalpegel (LASmax)	Pegelhäufigkeit (n-pegel)
KONFL	r Sign.	0.023 .276	-0.032 .201	-0.028 .232
UEBMUED	r Sign.	0.085 .012	-0.028 .233	0.188** .000
ENLOS	r Sign.	0.059 .060	0.007 .422	0.108** .002
BEL-SOM	r Sign.	0.091* .008	-0.016 .374	0.180** .000
ERFOLG	r Sign.	-0.015 .349	-0.094 .402	-0.043 .127
ERH-SOZ	r Sign.	-0.012 .379	0.039 .151	-0.065 .042
ERH-SOM	r Sign.	-0.032 .200	0.001 .397	-0.058 .061
ERH-ALLG	r Sign.	-0.054 .076	-0.012 .374	-0.052 .082
SCHLAF	r Sign.	-0.088* .010	0.046 .112	-0.224** .000

*Tabelle 52: Partialkorrelationen (auf drei Kommastellen gerundet) zwischen den Fluglärmparametern und den EBF-Daten (Beschriftung s. Tabelle 45) unter ‚Herauspartialisieren‘ der Moderatorvariablen Alter, Geschlecht und Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm, der Einstellung gegenüber Flugverkehr, der ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ sind sowie der Personenmerkmale ‚Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheitssorgen‘, ‚Extraversion‘ und ‚Emotionalität‘. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Die Resultate der Partialanalyse sind in Teilen vergleichbar mit den Ergebnissen der Korrelationsanalyse (Tabelle 49). Alle signifikanten Beziehungen zwischen den Fluglärmparametern und den EBF-Skalen bleiben bestehen. Nach Kontrolle der Moderatorvariablen besteht zwischen dem Hauptscore ‚Belastung‘ und der Häufigkeit der Flugereignisse ein schwacher und sehr signifikanter Zusammenhang (in der Korrelationsanalyse nur als Trend). Mit dem Mittelungspegel ergibt sich erst in der Partialkorrelation eine schwache, signifikante Korrelation mit dem

Hauptscore ‚Belastung‘ und der Unterskala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘. Diese Unterskala und die Skala ‚Körperliche Belastung‘ korrelieren weiterhin schwach positiv, jedoch sehr signifikant mit der Häufigkeit der Flugereignisse. Die Skala ‚Energielosigkeit - Unkonzentriertheit‘ zeigt erst als Partialkorrelation ein schwacher und sehr signifikanter Zusammenhang mit der Pegelhäufigkeit.

Für den Hauptscore ‚Erholung‘ und seiner Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ bleiben die geringen, negativen und sehr signifikanten Korrelationen mit der Anzahl der Flugereignisse bestehen. Erst in der Partialkorrelationsanalyse besteht zwischen dem Hauptscore und dem Mittelungspegel ein trendmäßiger negativer Zusammenhang.

12.2.4 Korrelationen zwischen den EBF-Skalen und dem Mediator ‚Belästigung‘

Zur Erhebung des Mediators ‚Belästigung‘ werden – wie schon bei den Ergebnisse des MDBF (s. Kap. 11) – eine 5-stufige Likert-Skala und eine 11-stufige ‚Thermometer-Skala‘ täglich am Morgen eingesetzt. Die Korrelationskoeffizienten nach Spearman (die Belästigungswerte sind ebenfalls wie die MDBF-Daten nicht hinreichend normalverteilt) sind in Tabelle 53 aufgeführt:

Rangkorrelation		Belästigung (Likert-Skala)	Belästigung („Thermometer-Skala“)
BEL-G	r Sign.	0.188** .000	0.193** .000
ERH-G	r Sign.	-0.269** .000	-0.232** .000
BEL-ALLG	r Sign	0.081 .011	0.091* .005
BEL-EMO	r Sign.	0.069 .026	0.066 .031
BEL-SOZ	r Sign.	0.015 .338	0.008 .411
KONFL	r Sign.	0.065 .033	0.043 .112

Rangkorrelation		Belästigung (Likert-Skala)	Belästigung („Thermometer-Skala“)
UEBMUED	r Sign.	0.330** .000	0.316** .000
ENLOS	r Sign.	0.129** .000	0.133** .000
BEL-SOM	r Sign.	0.323** .000	0.319** .000
ERFOLG	r Sign.	-0.128** .000	-0.108** .001
ERH-SOZ	r Sign.	-0.112** .001	-0.095* .004
ERH-SOM	r Sign.	-0.165** .000	-0.136** .000
ERH-ALLG	r Sign.	-0.192** .000	-0.166** .000
SCHLAF	r Sign.	-0.387** .000	-0.338** .000

*Tabelle 53: Rangkorrelationen zwischen der Mediatorvariablen ‚Belästigung‘ (auf die Frage: ‚Wie sehr fühlten Sie sich durch den Fluglärm der vergangenen Nacht belästigt‘ einmal auf einer 5-stufigen Likertskala: Werte 1-5 und zum anderen auf der ‚Thermometer‘-Skala 11-stufig mit den Polen ‚gar nicht‘ und ‚extrem stark‘ eingeschätzt) und den EBF-Daten (Beschriftung s. Tabelle 45). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12).*

Zwischen dem Gesamtscore ‚Belastung‘ und seinen Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, ‚Energielosigkeit - Unkonzentriertheit‘ und ‚Körperliche Beschwerden‘ zeigen sich geringe, sehr signifikante Zusammenhänge mit beiden Belästigungs-Skalen. Mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘ sowie allen Unterskalen ergeben sich mit den Belästigungs-Werten sehr signifikante, negative Zusammenhänge, die mit den Skalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, ‚Körperliche Belastung‘ und ‚Erholsamer Schlaf‘ eine mittlere Größenordnung erreichen. Die Koeffizienten der beiden Belästigungs-Skalen unterschieden sich nur unwesentlich (außer für die Skala ‚Allgemeine Belastung‘), so dass für die folgenden Analysen nur noch die 5-stufige Likertskala herangezogen wird (s. Kap. 11.1.2.4).

12.2.5 Partialkorrelationsanalyse zwischen den Fluglärmparametern und den EBF-Skalen unter Kontrolle des Mediators ‚Belästigung‘

In einer Partialkorrelationsanalyse wird der Einfluss des Mediators ‚Belästigung‘ aus dem Zusammenhang zwischen den Fluglärmparametern und den EBF-Skalen ‚herauspartialisiert‘. Die Ergebnisse sind in Tabelle 54 dargestellt:

Partialkorrelation		Mittelungspegel (Leq3)	Maximalpegel (LASmax)	Pegelhäufigkeit (n-pegel)
BEL-G	r	-0.031	-0.033	0.026
	Sign.	.204	.191	.242
ERH-G	r	0.082*	0.088*	-0.042
	Sign.	.015	.010	.128
BEL-ALLG	r	-0.044	0.026	-0.054
	Sign.	.454	.244	.128
BEL-EMO	r	-0.038	0.050	-0.034
	Sign.	.460	.447	.464
BEL-SOZ	r	0.017	0.026	-0.017
	Sign.	.323	.242	.323
KONFL	r	0.008	0.020	-0.028
	Sign.	.411	.301	.228
UEBMUED	r	-0.084	-0.113**	0.077
	Sign.	.012	.001	.019
ENLOS	r	-0.022	-0.035	0.065
	Sign.	.276	.176	.042
BEL-SOM	r	-0.063	-0.087	0.077
	Sign.	.046	.010	.019
ERFOLG	r	0.047	0.024	-0.016
	Sign.	.104	.258	.334
ERH-SOZ	r	0.046	0.067	-0.034
	Sign.	.109	.038	.185
ERH-SOM	r	0.074	0.064	0.012
	Sign.	.024	.043	.375

Partialkorrelation	Mittelungspegel (Leq3)	Maximalpegel (LASmax)	Pegelhäufigkeit (n-pegel)
ERH-ALLG r Sign.	0.059 .059	0.043 .124	0.012 .375
SCHLAF r Sign.	0.081 .015	0.129** .000	-0.119** .000

*Tabelle 54: Partialkorrelationen (auf drei Kommastellen gerundet) zwischen den Fluglärmparametern und den EBF-Daten (Bezeichnungen s. Tabelle 45) unter ‚Herauspartialisieren‘ der Mediatorvariablen ‚Belästigung‘ (auf 5-stufiger Likert-Skala gemessen). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Mit dem Hauptscore ‚Erholung‘ ergeben sich signifikante, allerdings – entgegengesetzt zu den Ergebnissen der Korrelationsanalyse (Tabelle 49) – positive, schwache Korrelationen mit dem Mittelungspegel und dem Maximalpegel, mit dem ebenfalls eine schwach positive, sehr signifikante Korrelation mit der Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ besteht. Nur die schwach negative und sehr signifikante Beziehung zwischen der Häufigkeit der Flugereignisse und der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ bleibt bestehen. Alle anderen – in der Korrelationsanalyse signifikanten – Beziehungen zwischen Mittelungspegel, Maximalpegel und Häufigkeit der Flugereignisse sind nicht mehr signifikant. Im Beanspruchungsbereich ergibt sich für die Unterskala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ eine – entgegen der Hypothese – schwach negative und sehr signifikante Beziehung zum Maximalpegel. Die Variable ‚Start / Landung‘ weist – wie in der Korrelationsanalyse – einen positiven, schwachen und sehr signifikanten Zusammenhang mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘ sowie mit seinen Unterskalen ‚Erholung im sozialen Bereich‘, ‚Körperliche Erholung‘ und ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ auf. Mit dem Hauptscore ‚Belastung‘ besteht – wie in der Korrelationsanalyse – ein schwach negativer Zusammenhang (jedoch nur als Trend) und mit der Unterskala ‚Allgemeine Belastung - Niedergeschlagenheit‘ eine schwach negative und sehr signifikante Korrelation.

12.2.6 Korrelationen mit anderen Stressindikatoren

Wie schon für die MDBF-Daten werden auch die Zusammenhänge der EBF-Daten mit Stressindikatoren der Verhaltensebene (verschiedene Leistungsparameter)

und der Körperebene (ausgewählte physiologische Reaktionen) sowie mit Schlafparametern (über Selbsteinschätzung und Schlafstadienanalysen gewonnen) geprüft. Wegen der Verteilungen der Daten werden ebenfalls wieder Korrelationen nach Spearman durchgeführt. Zugrunde liegen die nach der Basisnacht und den anschließenden 9 Fluglärmnächten gewonnenen Daten. Die Korrelationen werden jedoch nur für die EBF-Skalen, die mit dem Fluglärm signifikant korrelieren sowie die beiden Hauptscores berechnet. Die Alpha-Werte werden einer Bonferoni-Korrektur (nach Anzahl der Unterskalen des EBF) unterzogen.

12.2.6.1 Korrelationen mit der Leistung am Morgen

Die Zusammenhänge zwischen den morgendlichen Leistungsdaten und den EBF-Daten (als rückblickende Einschätzungen über den Tag) werden in Korrelationsanalysen untersucht. Als Leistungsparameter wird der Median (um Ausreißer auszuschließen) der Reaktionszeit, die Varianz der Leistung (Standardabweichung) und die Fehlerquoten in den beiden Gedächtnistests (MS 4 und MS 6), in der Tracking-Aufgabe (UTT) und im Reaktionszeittest (SRT) herangezogen. In Tabelle 55 werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman (1-seitige Testung wegen gerichteter Hypothesen) herangezogen und die Alpha-Werte nach Bonferoni ($\alpha/3 = .0167$ wegen der drei Parameter pro Test) korrigiert:

Rangkorrelation		BEL-G	ERH-G	UEBMUED	BEL-SOM	SCHLAF
MS 4 (Median)	r	-0.058	-0.157**	0.001	0.046	-0.105**
	Sign.	.052	.000	.484	.098	.002
MS 4 (SD)	r	-0.071	0.070	-0.026	0.014	-0.069
	Sign.	.022	.024	.229	.348	.027
MS 4 (Fehler%)	r	0.041	-0.097**	0.015	-0.031	-0.001
	Sign.	.123	.003	.335	.189	.488
MS 6 (Median)	r	0.035	-0.203**	0.021	0.031	-0.023
	Sign.	.165	.000	.281	.195	.261
MS 6 (SD)	r	0.103**	-0.222**	0.066	0.080*	-0.039
	Sign.	.002	.000	.033	.013	-.141

Rangkorrelation		BEL-G	ERH-G	UEBMUED	BEL-SOM	SCHLAF
MS 6 (Fehler%)	r	0.049	-0.058	0.034	-0.002	-0.048
	Sign.	.085	.051	.169	.475	.087
UTT (Median)	r	0.122**	-0.095**	0.119**	0.103*	0.008
	Sign.	.000	.004	.000	.002	.412
UTT (SD)	r	-0.059	0.121**	-0.003	0.028	-0.044
	Sign.	.050	.000	.470	.217	.109
UTT (loss of control)	r	-0.074	0.115**	-0.017	-0.006	-0.025
	Sign.	.019	.000	.313	.434	.240
SRT (Median)	r	0.105**	-0.184**	0.097*	0.063	0.005
	Sign.	.002	.000	.003	.039	.445
SRT (SD)	r	0.134**	-0.183**	0.098*	0.087*	-0.003
	Sign.	.000	.000	.003	.007	.464
SRT (Fehler%)	r	-0.048	0.079*	0.000	0.022	-0.043
	Sign.	.090	.013	.500	.264	.112

*Tabelle 55: Korrelationskoeffizienten nach Spearman für die Beziehung zwischen den EBF-Daten (BEL_G = Gesamtscore Belastung; ERH-G = Gesamtscore Erholung; Unterskalen: UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck ; BEL-SOM = Körperliche Belastung; SCHLAF = Erholsamer Schlaf) und der Leistung am Morgen (MS 4 = Gedächtnistest mit 4 Buchstaben, MS 6 = Gedächtnistest mit 6 Buchstaben, UTT = Trackingaufgabe; SRT = Reaktionszeitaufgabe; SD = Standardabweichung) und zum Vergleich die Beziehungen zwischen Fluglärm- und Leistungsparametern. Unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur ($\alpha/3 = .0167$) sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen ($\alpha = .0033$) mit ** gekennzeichnet.*

Beim Gedächtnistest mit vier Buchstaben (MS 4) besteht zwischen Median und Fehlerquote und dem Hauptscore ‚Erholung‘ jeweils ein geringer, negativer Zusammenhang. Daraus kann gefolgert werden, dass Versuchspersonen, die sich nach den Lärmnächten insgesamt als wenig erholt einschätzen, auch eine höhere Reaktionszeit, sowie eine höhere Fehlerquote in diesem Test zeigen. Für die Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ besteht ein geringer, negativer und sehr signifikanter Zusammenhang mit dem Median des MS 4. Für den Gedächtnistest mit sechs

Buchstaben (MS 6) ergibt sich ein schwacher, positiver Zusammenhang zwischen der Standardabweichung und dem Hauptscore ‚Belastung‘, das bedeutet, Versuchspersonen, die sich insgesamt als beanspruchter einschätzen, weisen auch eine größere Streuung in diesem Test auf. Außerdem besteht ein schwacher, positiver und signifikanter Zusammenhang mit der Skala ‚Körperliche Belastung‘. Der Gesamtscore ‚Erholung‘ korreliert schwach negativ, jedoch sehr signifikant mit Median und Standardabweichung des MS 6, daraus kann gefolgert werden, dass Versuchspersonen, die sich insgesamt als weniger erholt einschätzen, zeigen auch eine höhere Reaktionszeit und Streuung in diesem Leistungstest. Für die Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ bestehen keine signifikanten Korrelationen mit dem MS 6.

Für die Trackingaufgabe (UTT) zeigen sich geringe, positive und sehr signifikante Korrelationen zwischen dem Median und den Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘, das sagt aus, dass Versuchspersonen, die sich allgemein und in diesen Bereichen als beanspruchter einschätzen auch eine höhere Reaktionszeit im UTT aufweisen. Der Hauptscore ‚Erholung‘ korreliert schwach negativ und sehr signifikant mit dem Median des UTT, das bedeutet, Versuchspersonen, die eine höhere Reaktionszeit im UTT zeigen, schätzen sich auch als insgesamt weniger erholt ein. Mit der Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ bestehen keine signifikanten Zusammenhänge. Entgegen der Hypothesen besteht eine geringe, positive und signifikante Beziehung zwischen dem Gesamtscore ‚Erholung‘ und Standardabweichung sowie Fehlerquote des UTT.

Für den Reaktionszeit-Test (SRT) bestehen geringe, positive und sehr signifikante Zusammenhänge zwischen Median und dem Hauptscore ‚Belastung‘ und der Unterskala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, mit der Standardabweichung darüber hinaus noch mit der Skala ‚Körperliche Belastung‘. Daraus kann gefolgert werden, dass Versuchspersonen, die eine höhere Reaktionszeit und Standardabweichung im SRT zeigen, sich insgesamt und insbesondere in diesem Bereich als beanspruchter einschätzen.

Für die signifikanten Korrelationen zwischen EBF- und Leistungsdaten weisen nur die Parameter ‚Standardabweichung‘ und ‚Loss of Control‘ der Trackingaufgabe und die ‚Fehlerhäufigkeit‘ des Reaktionszeit-Tests ebenfalls signifikante Korrelati-

onen mit den Fluglärmparametern auf (im Sinne der Hypothesen, dass die Standardabweichung und Fehlerzahl mit steigendem Fluglärm zunimmt).

Die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ weist - außer mit dem Median des MS 4 – keine weiteren signifikanten Zusammenhänge mit den Leistungsparametern auf.

12.2.6.2 Korrelation mit den Hormonwerten des nächtlichen Sammelurins

Wie schon für die MDBF-Werte werden auch die Beziehungen zwischen den EBF-Skalen (die beiden Hauptcores sowie die Unterskalen, die mit den Fluglärmparameter signifikant korrelierten – s. Tabelle 49) mit den Stressindikatoren der Verhaltensebene (verschiedene Leistungsparameter) und der Körperebene (ausgewählte physiologische Reaktionen) sowie von selbsteingeschätzten Schlafmaßen über Korrelationsanalysen geprüft. Wegen der Datenverteilungen werden ebenfalls wieder Korrelationen nach Spearman durchgeführt. Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen werden in Tabelle 56 dargestellt:

Rangkorrelation	Adrenalin	Noradrenalin	Cortisol
BEL-G r Sign.	-0.029 .210	-0.090** .000	0.089* .019
ERH-G r Sign.	0.040 .133	0.014 .348	-0.177** .000
UEBMUED r Sign.	0.009 .396	-0.099* .003	-0.057 .089
BEL-SOM r Sign.	0.002 .481	-0.084 .009	0.003 .474
SCHLAF r Sign.	-0.058 .052	0.037 .151	0.028 .253

*Tabelle 56: Rangkorrelationen zwischen den EBF-Daten (BEL-G = Gesamtscore Belastung; ERH-G = Gesamtscore Erholung; Unterskalen: UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck; BEL-SOM = Körperliche Belastung; SCHLAF = Erholsamer Schlaf) und den Adrenalin-, Noradrenalin und Cortisolwerten aus dem 8h-Sammelurin der Nacht und die Beziehung zwischen den Hormonwerten und den Fluglärmparameter ‚Mittelungspegel‘ (Leq3), ‚Maximalpegel‘ (LASmax) und der ‚Häufigkeit der Flugereignisse‘ (n-pegel). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur ($\alpha/3 = .0167$) sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet.*

Zwischen den ‚Noradrenalin-Werten‘ und dem Gesamtscore ‚Belastung‘ besteht eine geringe, negative und sehr signifikante Korrelation, mit der Unterskala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ ein signifikanter, jedoch geringer negativer Zusammenhang. Das bedeutet, eine Zunahme der Beanspruchung steht mit einem abnehmenden Noradrenalin Spiegel in Zusammenhang. Die Cortisolwerte korrelieren schwach positiv und signifikant mit dem Gesamtscore ‚Belastung‘ und schwach negativ und sehr signifikant mit dem Gesamtscore ‚Erholung‘. Das sagt aus, dass sich die Versuchspersonen bei zunehmendem Cortisolspiegel im Sammelurin der Nacht über den Tag als eher beansprucht und weniger erholt einschätzen.

12.2.6.3 Korrelationen mit den Schlafparametern

Als Schlafparameter werden für die Korrelationsanalysen einmal die subjektiven Selbsteinschätzungen herangezogen, wobei die ‚Schlafqualität‘ und die ‚Aufwachhäufigkeit‘ (jeweils auf einer Likert-Skala eingeschätzt) als Parameter verwendet werden. Die Ergebnisse werden in Tabelle 57 dargestellt:

Rangkorrelation Schlaf (Selbsteinschätzung)	BEL-G	ERH-G	UEBMUED	BEL-SOM	SCHLAF
Erlebte Schlafqualität r Sign:	-0.270** .000	0.306** .000	-0.457** .000	-0.442** .000	0.602** .000
Erlebte Aufwachhäufigkeit r Sign.	0.240** .000	-0.277** .000	0.362** .000	-0.353** .000	-0.461** .000
Partialkorrelationen Schlaf – Fluglärm	Leq3		n-pegel		LASmax
Erlebte Schlafqualität r Sign.	-0.242** .000		-0.292** .000		-0.369** .000
Erlebte Aufwachhäufigkeit r Sign.	0.231** .000		0.326** .000		0.231** .000

Tabelle 57: Rangkorrelation nach Spearman für die Beziehung zwischen den EBF-Daten (BEL_G = Gesamtscore Belastung; ERH-G = Gesamtscore Erholung; UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck ; BEL-SOM = Körperliche Belastung; SCHLAF = Erholsamer Schlaf) und den Selbsteinschätzungen des Schlafes (Schlafqualität und Aufwachhäufigkeit) sowie die zwischen Lärmparameter und Schlaf (Selbsteinschätzung). Unter

*Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Der Hauptscore und die Unterskalen des Beanspruchungsbereichs weisen eine negative Korrelation mit der erlebten Schlafqualität und eine positive mit der erlebten Aufwachhäufigkeit auf. Umgekehrt ist der Zusammenhang zwischen den Unterskalen des Erholungsbereichs und der erlebten Schlafqualität positiv sowie mit der erlebten Aufwachhäufigkeit negativ. Die Beziehungen sind von mittlerer Größenordnung.

Die erlebte Schlafqualität korreliert mittelmäßig negativ und die erlebte Aufwachhäufigkeit mittelmäßig positiv mit den Lärmparametern.

12.3 Intra- und interindividuelle Vergleiche

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Messwertvergleiche dargestellt. Wie schon bei den MDBF-Daten werden wegen einer fehlenden Normalverteilung der Werte nichtparametrische Verfahren herangezogen. Die intraindividuellen Vergleiche werden mit dem Wilcoxon-Test, die interindividuellen mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Um eine Kumulation des Alpha-Fehlers zu vermeiden, werden wiederum Bonferoni-Korrekturen durchgeführt¹.

12.3.1 Interindividueller Vergleich für den Lärmparameter ‚Start / Landung‘

Um einen Einfluss des Lärmparameters ‚Start – Landung‘ auf die EBF-Skalen zu untersuchen, wird ein Paarvergleich nach Mann-Whitney durchgeführt und die Ergebnisse in Tabelle 58 dargestellt:

¹ Wenn nicht anders beschrieben, wird für die sieben Unterskalen des Beanspruchungsbereiches eine Bonferoni-Korrektur von $\alpha/7 \leq .007$ (signifikant) und $\alpha \leq .0014$ (sehr signifikant) sowie für die fünf Unterskalen des Bereichs ‚Erholung‘ von $\alpha/5 \leq .01$ (signifikant) und $\alpha \leq .002$ (sehr signifikant) festgesetzt. Für die beiden Hauptscores gilt das übliche Alpha-Niveau.

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Landung	Mittlerer Rang Start	Prüfgröße Z	Signifikanz (2seitig)
BEL-G	372.10	328.04	-2.634**	.008
ERH_G	337.95	404.52	-3.978**	.000
BEL_ALLG	379.07	312.42	-4.093**	.000
BEL_EMO	371.02	330.46	-2.482	.013
BEL_SOZ	365.95	341.81	-1.510	.131
KONFL	372.02	328.21	-2.630	.009
UEBMUED	366.02	341.65	-1.459	.144
ENLOS	368.24	336.68	-1.893	.058
BEL_SOM	361.58	351.60	-0.599	.549
ERFOLG	347.65	382.80	-2.104	.035
ERH_SOZ	338.43	403.44	-3.889**	.000
ERH_SOM	331.64	418.66	-5.207**	.000
ERH_ALLG	331.23	419.59	-5.287**	.000
SCHLAF	360.33	354.41	-0.354	.723

*Tabelle 58: Paarvergleich der EBF-Werte (Bezeichnungen s. Tabelle 45) für die Unterscheidung des Fluglärms infolge von startenden oder landenden Flugzeugen. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen (nach Anzahl der Unterskalen) sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Für den Hauptscore ‚Belastung‘ und seine Unterskala ‚Allgemeine Belastung‘ bestehen sehr signifikante Unterschiede hinsichtlich der Unterteilung in ‚Start / Landung‘ (nach einer Nacht mit Lärm durch landende Flugzeuge schätzen sich die Versuchspersonen als beanspruchter in diesen Bereichen ein). Für den Gesamtscore ‚Erholung‘ und die Unterskalen ‚Erholung im sozialen Bereich‘, ‚Erholung im körperlichen Bereich‘ und ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ bestehen ebenfalls sehr signifikante Unterschiede (nach einer Nacht mit startenden Flugzeugen schätzen sich die Versuchspersonen als weniger erholt in diesen Bereichen ein).

12.3.2 Interindividueller Vergleich für die Moderatorvariable ‚Geschlecht‘

Für die nominale Variable ‚Geschlecht‘ wird der Einfluss auf die MDBF-Skalen mittels eines Paarvergleichs über die gesamte Stichprobe durch den Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 59 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang männlich	Mittlerer Rang weiblich	Prüfgröße Z	Signifikanz (2-seitig)
BEL-G	346.48	432.74	-5.179**	.000
ERH_G	388.13	405.33	-1.033	.302
BEL_ALLG	371.66	416.17	-2.745**	.006
BEL_EMO	384.81	407.51	-1.395	.163
BEL_SOZ	385.11	407.32	-1.394	.163
KONFL	379.12	411.26	-1.938	.053
UEBMUED	342.60	435.30	-5.577**	.000
ENLOS	360.79	423.32	-3.766**	.000
BEL_SOM	319.26	450.67	-7.919**	.000
ERFOLG	383.58	408.32	-1.488	.137
ERH_SOZ	332.25	442.11	-6.606**	.000
ERH_SOM	403.92	394.93	-0.541	.589
ERH_ALLG	399.29	397.98	-0.079	.937
SCHLAF	416.44	386.69	-1.788	.074

*Tabelle 59: Paarvergleich der EBF-Werte (Bezeichnungen s. Tabelle 45) für die Unterscheidung des Fluglärms infolge von startenden oder landenden Flugzeugen. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen (nach Anzahl der Unterskalen) sind signifikante mit * und sehr signifikante Korrelationen mit ** gekennzeichnet (s. Kap. 12.2).*

Für den Moderator ‚Geschlecht‘ bestehen sehr signifikante Unterschiede für den Gesamtscore ‚Belastung‘ und seine Unterskala ‚Allgemeine Belastung‘, ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, ‚Energierlosigkeit - Unkonzentriertheit‘ und ‚Körperliche Belastung‘ (die männlichen Versuchspersonen schätzen sich in diesen Bereichen weniger beansprucht ein als die weiblichen). Für den Erholungsbereich besteht für

die Unterskalen ‚Erholung im sozialen Bereich‘ ein signifikanter Unterschied (weibliche Versuchspersonen schätzen sich dort als erholt ein).

12.3.3 Intra- und interindividuelle Vergleiche über den zeitlichen Verlauf der Studie

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Vergleiche bestimmter Messzeitpunkte dargestellt. Zur Veranschaulichung der Berechnungen werden die Messwertverläufe der EBF-Werte (jedoch nur für die beiden Hauptscores und den mit Fluglärm signifikant korrelierenden Unterskalen) für Experimental- und Kontrollgruppe in den folgenden Abbildungen graphisch dargestellt:

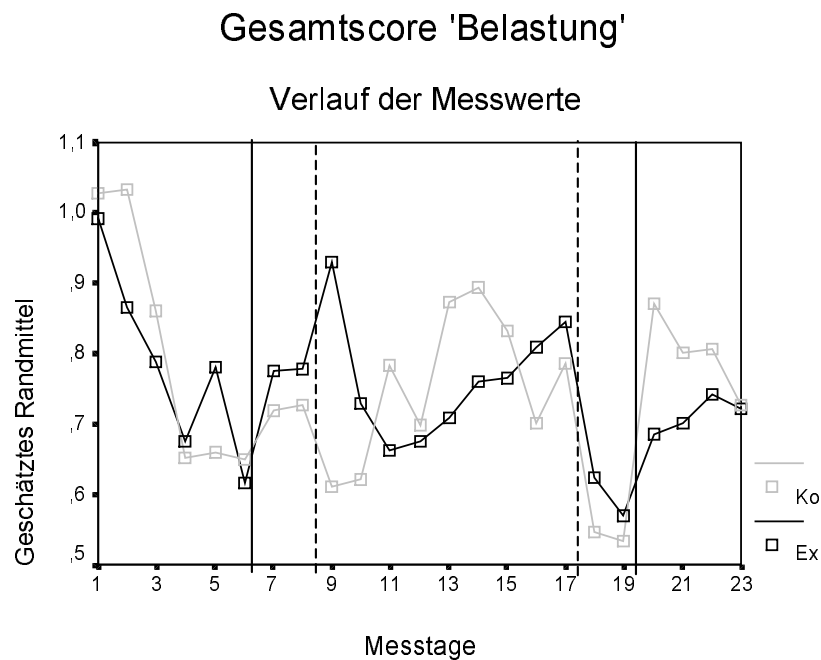


Abbildung 13: Messwertverlauf des Gesamtscores ‚Belastung‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) für Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich Werte der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärmnächten (für die Experimentalgruppe).

Gesamtscore 'Erholung'

Verlauf der Messwerte

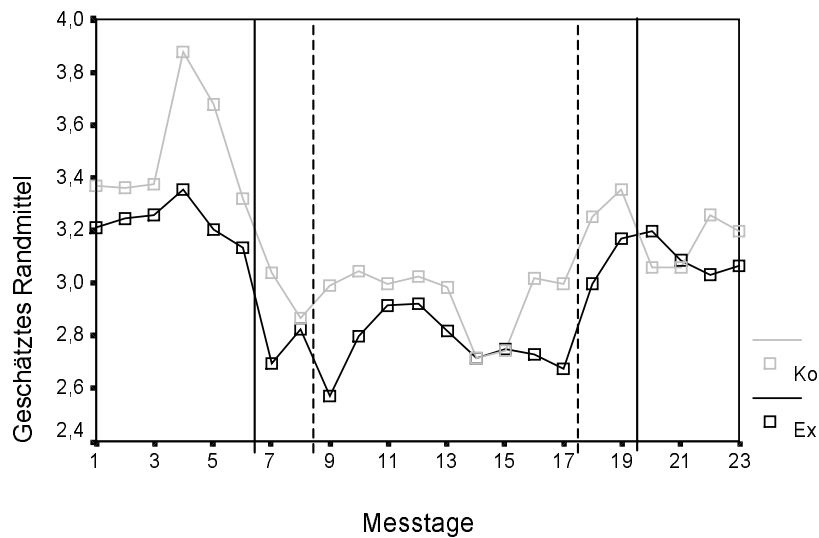


Abbildung 14: Messwertverlauf des Gesamtscores ‚Erholung‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) für Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich Werte der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärnächten (für die Experimentalgruppe).

Skala 'Übermüdung - Zeitdruck'

Verlauf der Messwerte

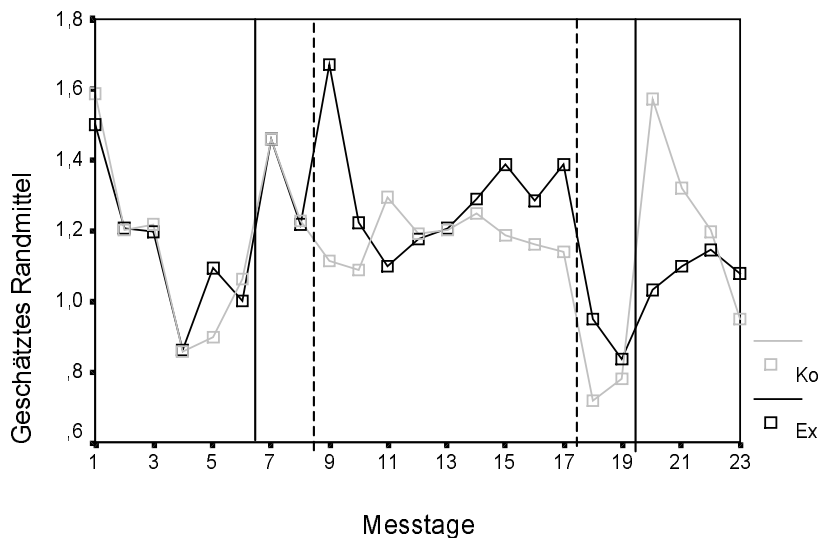


Abbildung 15: Messwertverlauf der Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) für Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich die Werte der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärnächten (für die Experimentalgruppe).

Skala 'Körperliche Belastung'

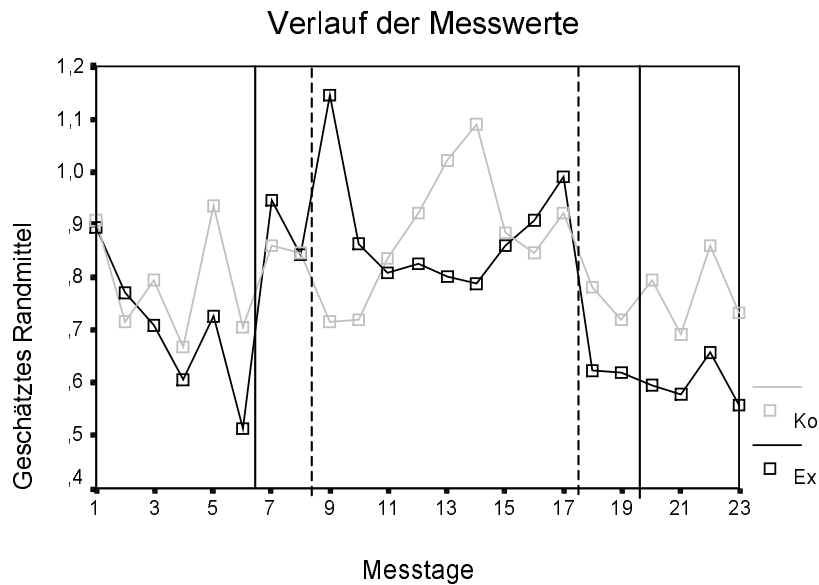


Abbildung 16: Messwertverlauf der Skala ‚Körperliche Belastung‘ für Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich die Werte der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärmnächten (für die Experimentalgruppe).

Skala 'Erholsamer Schlaf'

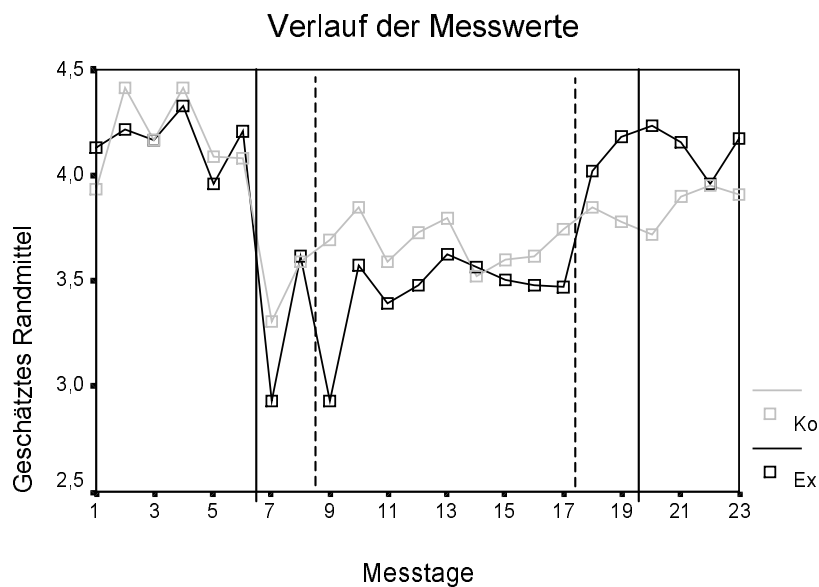


Abbildung 17: Verlauf der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ (Min.=0.00; Max.=6.00) für Kontroll- und Experimentalgruppe über alle Messtage. Innerhalb der durchgezogenen Linien befinden sich die Werte der Labormessungen, innerhalb der gestrichelten Linien die Messungen nach den Fluglärmnächten (für die Experimentalgruppe).

12.3.3.1 Messwertvergleiche der EBF-Daten an verschiedenen Messtagen im Labor (intraindividueller Vergleich)

Mit Hilfe des Wilcoxon-Tests werden die EBF-Messwerte von einigen Erhebungszeitpunkten der Laborstudie intraindividuell verglichen. Auf eine Erhebung des ‚Last-Night‘-Effekts wird verzichtet, da die Versuchspersonen den EBF nach der letzten Labornacht wieder zu Hause ausgefüllt haben. Wegen der vier Einzelvergleiche von Messzeitpunkten wird diesmal eine Bonferoni-Korrektur von $\alpha/4 \leq .0125$ (signifikant) und $\alpha \leq .0025$ (sehr signifikant) durchgeführt. In Tabelle 60 werden die Ergebnisse für die Experimentalgruppe dargestellt:

	‚First-Night‘-Effekt	Basisnacht vs. 1. Fluglärnacht	1. vs. 9. Fluglärnacht	Letzte Fluglärnacht vs. Ruhenacht danach
Z Sign.	BEL-G1 > BEL-G2 -0.389 .698	BEL-G2 < BEL-G3 -2.947** .003	BEL-G3 > BEL-G11 -1.173 .241	BEL-G11 > BEL-G12 -4.466** .000
Z Sign.	ERH-G1 < ERH-G 2 -2.004* .045	ERH-G2 > ERH-G3 -3.537** .000	ERH-G3 < ERH-G11 -1.114 .265	ERH-G11 < ERH-G12 -4.129** .000
Z Sign.	BEL-ALLG1 > BEL-ALLG2 -0.938 .348	BEL-ALLG2 < BEL-ALLG3 -2.285 .022	BEL-ALLG3 > BEL-ALLG11 -0.074 .941	BEL-ALLG11 > BEL-ALLG12 -2.651* .008
Z Sign.	BEL-EMO1 > BEL-EMO2 -1.206 .228	BEL-EMO2 < BEL-EMO3 -0.985 .325	BEL-EMO3 < BEL-EMO11 -0.170 .865	BEL-EMO11 > BEL-EMO12 -3.678** 0.000
Z Sign.	BEL-SOZ1 > BEL-SOZ2 -1.951 .051	BEL-SOZ2 < BEL-SOZ3 -0.310 .757	BEL-SOZ3 > BEL-SOZ11 -0.560 .575	BEL-SOZ11 > BEL-SOZ12 -1.260 0.208
Z Sign.	KONFL1 > KONFL2 -.832 .405	KONFL2 > KONFL3 -1.281 .200	KONFL3 < KONFL11 -0.051 .959	KONFL11 > KONFL12 -3.492** .000

	,'First-Night'-Effekt	Basisnacht vs. 1. Fluglärnacht	1. vs. 9. Fluglärnacht	Letzte Fluglärnacht vs. Ruhenacht danach
Z Sign.	'EBMUED1 > UEBMUED2 -3.172** .002	UEBMUED2 < UEBMUED3 -4.264** .000	UEBMUED3 > UEBMUED11 -2.233 .026	UEBMUED11 > UEBMUED12 -3.912** .000
Z Sign.	ENLOS1 > ENLOS2 -0.473 .636	ENLOS2 < ENLOS3 -2.807* .005	ENLOS3 > ENLOS11 -1.589 .112	ENLOS11 > ENLOS12 -2.654* .008
Z Sign.	BEL-SOM1 > BEL-SOM2 -1.952 .051	BEL-SOM2 < BEL-SOM3 -3.632** .000	BEL-SOM3 > BEL-SOM11 -1.526 .127	BEL-SOM11 > BEL-SOM12 -3.511** .000
Z Sign.	ERFOLG1 < ERFOLG2 -1.034 .301	ERFOLG2 > ERFOLG3 -1.400 .162	ERFOLG3 > ERFOLG11 -0.705 .481	ERFOLG11 < ERFOLG12 -0.129 .898
Z Sign.	ERH-SOZ.1 < ERH-SOZ2 -1.047 .295	ERH-SOZ2 < ERH-SOZ3 -0.703 .482	ERH-SOZ3 < ERH-SOZ11 -0.452 .651	ERH-SOZ11 < ERH-SOZ12 -4.415** .000
Z Sign.	ERH-SOM1 > ERH-SOM2 -0.290 .772	ERH-SOM2 < ERH-SOM3 -2.140 .032	ERH-SOM3 < ERH-SOM11 -1.019 .308	ERH-SOM11 < ERH-SOM12 -3.944** .000
Z Sign.	ERH-ALLG.1 > ERH-ALLG2 -0.143 .886	ERH-ALLG2 > ERH-ALLG3 -2.465 .014	ERH-ALLG3 < ERH-ALLG11 -0.465 .642	ERH-ALLG11 < ERH-ALLG12 -4.044** .000
Z Sign.	SCHLAF1 < SCHLAF2 -4.322** .000	SCHLAF2 > SCHLAF3 -4.823** .000	SCHLAF3 < SCHLAF11 -3.489** .000	SCHLAF11 < SCHLAF12 -3.785** .000

Tabelle 60: Paarvergleich der Messwerte nach verschiedenen Labornächten (Wilcoxon-Test, 1-seitige Testung) für die EBF-Werte (Bezeichnungen s. Tabelle 45) der Experimentalgruppe. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrekturen sind signifikante ($\alpha/4 \leq$

.0125) mit * und sehr signifikante ($\alpha \leq .0025$) Z-Werte (= Prüfgröße) mit ** gekennzeichnet.

Ein ‚First-Night‘-Effekt besteht nur für den Hauptscore ‚Erholung‘ sowie für die Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, und ‚Erholsamer Schlaf‘ (für letztere sehr signifikant), das heißt, die Messwerte sind nach der ersten Labornacht signifikant verringert gegenüber der zweiten Nacht (Basisnacht). Im Erholungsbereich besteht ein ‚First-Night-Effekt‘ nur für die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘, das bedeutet, die Versuchspersonen schätzten sich nach der ersten Nacht im Labor in diesem Bereich als weniger erholt ein als nach der zweiten Nacht.

Im Vergleich zwischen den Werten nach der Basisnacht und der ersten Fluglärmnacht bestehen für den Hauptscore ‚Belastung‘, für die Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ sehr signifikante Anstiege der Werte sowie für die Skala ‚Energielosigkeit - Unkonzentriertheit‘ eine signifikante Erhöhung. Daraus kann gefolgert werden, dass sich die Versuchspersonen im Vergleich zur Basisnacht nach der ersten Fluglärmnacht beanspruchter in diesen Bereichen einschätzen. Eine sehr signifikante Verringerung der Werte nach der Lärmnacht gegenüber der Basisnacht bestehen für den Gesamtscore ‚Erholung‘ sowie seinen Unterskalen ‚Allgemeine ‚Erholung - Wohlbefinden‘ sowie ‚Erholsamer Schlaf‘.

Der Vergleich der Werte nach der ersten und der letzten Fluglärmnacht ist nur für die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ signifikant, das heißt, nach der letzten Fluglärmnacht schätzen sich die Versuchspersonen in diesem Bereich als besser erholt ein als nach der ersten Lärmnacht.

Die Werte nach der ersten Ruhenacht, die den Lärmnächten folgt, sind gegenüber den Werten nach der letzten Fluglärmnacht im Hauptscore ‚Belastung‘ und seinen Unterskalen – mit Ausnahme der Skala ‚Belastung im sozialen Bereich‘ – signifikant erniedrigt, das bedeutet, die Versuchspersonen schätzen sich in diesen Bereichen als weniger beansprucht ein. Der Hauptscore ‚Erholung‘ sowie seine Unterskalen – mit Ausnahme der Skala ‚Erfolg - Leistungsfähigkeit‘ – sind nach der ersten Ruhenacht gegenüber den Werten nach der letzten Lärmnacht sehr signifikant erhöht, das macht deutlich, dass sich die Versuchspersonen in diesen Bereichen nach der ersten Ruhenacht als erholt einschätzen als in der letzten Lärmnacht davor.

Intraindividuelle Paarvergleiche über den Wilcoxon-Test (2-seitige Testung) verschiedener Messtage für die Kontrollgruppe sind in Tabelle 61 dargestellt:

	Nacht1 – Nacht2	Nacht2 – Nacht 3	Nacht3 – Nacht11	Nacht11 – Nacht12
Z Sign.	BEL-G1 > BEL-G2 -0.114 .909	BEL-G2 > BEL-G3 -0.966 .334	BEL-G3 > BEL-G11 -1.903 .057	BEL-G11 > BEL-G12 -2.716* .007
Z Sign.	ERH-G1 < ERH-G 2 1.067 .286	ERH-G2 < ERH-G3 -0.565 .572	ERH-G3 < ERH-G11 -0.852 .394	ERH-G11 < ERH-G12 -1.563 .118
Z Sign.	BEL-ALLG1 > BEL-ALLG2 -1.550 .121	BEL-ALLG2 > BEL-ALLG3 -1.292 .196	BEL-ALLG3 > BEL-ALLG11 -0.079 .937	BEL-ALLG11 > BEL-ALLG12 -0.986 .324
Z Sign.	BEL-EMO1 > BEL-EMO2 -2.219 .026	BEL-EMO2 > BEL-EMO3 -2.216* .008	BEL-EMO3 > BEL-EMO11 -2.316 .021	BEL-EMO11 > BEL-EMO12 -0.979 .327
Z Sign.	BEL-SOZ1 > BEL-SOZ2 -1.930 .054	BEL-SOZ2 > BEL-SOZ3 -2.023 .043	BEL-SOZ3 > BEL-SOZ11 -2.148 .032	BEL-SOZ11 > BEL-SOZ12 -0.970 .332
Z Sign.	KONFL1 > KONFL2 -1.369 .171	KONFL2 > KONFL3 -1.369 .171	KONFL3 > KONFL11 -1.851 .064	KONFL11 >KONFL12 -2.959** .003
Z Sign.	UEBMUED1 > UEBMUED2 -0.980 .327	UEBMUED2 = UEBMUED3 -0.035 .972	UEBMUED3 < UEBMUED11 -0.315 .753	UEBMUED11 > UEBMUED12 -2.169 .030
Z Sign.	ENLOS1 > ENLOS2 -0.356 .722	ENLOS2 > ENLOS3 -0.095 .924	ENLOS3 > ENLOS11 -0.476 .634	ENLOS11>ENLOS12 -1.651 .099

	Nacht1 – Nacht2	Nacht2 – Nacht 3	Nacht3 – Nacht11	Nacht11 – Nacht12
Z Sign.	BEL-SOM1 > BEL-SOM2 0.000 1.000	BEL-SOM2 > BEL-SOM3 -0.630 .529	BEL-SOM3 > BEL-SOM11 -0.551 .582	BEL-SOM11 > BEL-SOM12 -0.236 .813
Z Sign.	ERFOLG1 > ERFOLG2 -1.597 .110	ERFOLG2 > ERFOLG3 -1.507 .132	ERFOLG3 < ERFOLG11 -2.728* .006	ERFOLG11 < ERFOLG12 -0.647 .517
Z Sign.	ERH-SOZ.1 > ERH-SOZ2 -1.890 .059	ERH-SOZ2 < ERH-SOZ3 -2.077 .038	ERH-SOZ3 > ERH-SOZ11 -1.383 .167	ERH-SOZ11 < ERH-ALLG12 -1.542 .123
Z Sign.	ERH-SOM1 < ERH-SOM2 -1.101 .271	ERH-SOM2 < ERH-SOM3 -0.409 .683	ERH-SOM3 > ERH-SOM11 -1.039 .299	ERH-SOM11 < ERH-SOM12 -2.905** .000
Z Sign.	ERH-ALLG.1 < ERH-ALLG2 -0.666 .505	ERH-ALLG2 > ERH-ALLG3 -0.884 .377	ERH-ALLG3 > ERH-ALLG11 -1.245 .213	ERH-ALLG11 < ERH-ALLG12 -2.553* .011
Z Sign.	SCHLAF1 < SCHLAF2 -1.329 .184	SCHLAF2 < SCHLAF3 0.000 1.000	SCHLAF3 < SCHLAF11 -0.534 .593	SCHLAF11 < SCHLAF12 -0.934 .350

*Tabelle 61: Paarvergleich der Messwerte nach verschiedenen Labornächten (Wilcoxon-Test, 2-seitig) für die EBF-Werte (Bezeichnung s. Tabelle 45) der Kontrollgruppe (N=16). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante ($\alpha/4 \leq .0125$) mit * und sehr signifikante ($\alpha \leq .0025$) Z-Werte (= Prüfgröße) mit ** markiert.*

Ein „First-Night“-Effekt wird für die Kontrollgruppe in keiner Skala nachgewiesen. Eine signifikante Veränderung zeigt sich nur im Vergleich der Werte nach Nacht 3 (1. Lärnacht für die Experimentalgruppe) gegenüber der Basisnacht in der Skala ‚Emotionale Belastung‘, allerdings schätzen sich die Versuchspersonen in diesem Bereich als weniger beansprucht ein als nach der Basisnacht. Ebenfalls kann eine

signifikante Erhöhung der Werte der Skala ‚Erfolg - Leistungsfähigkeit‘ im Vergleich von Nacht 3 und Nacht 11 belegt werden (erste und letzte Fluglärnacht für die Experimentalgruppe). Die Messwerte verringern sich signifikant nach Nacht 12 gegenüber Nacht 11 (Vergleich letzte Fluglärnacht mit erster Ruhenacht danach für die Experimentalgruppe) in der Gesamtscore ‚Belastung‘ und seiner Unterskala ‚Ungelöste Konflikte - Erfolglosigkeit‘. Dagegen steigen die Werte im Erholungsbe- reich sehr signifikant in der Skala ‚Erholung im körperlichen Bereich‘ und signifikant in der Skala ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ an. Alle anderen Vergleiche erreichen keine Signifikanz.

12.3.3.2 Messwertvergleiche der EBF-Daten von Experimental- und Kontrollgruppe (interindividueller Vergleich)

Um interindividuelle Unterschiede der Messwerte zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe während der Laborstudie auf den Fluglärm zurückführen zu können, müssen unterschiedliche Ausprägungen auf den EBF-Skalen vor Einführung der Fluglärmbedingung ausgeschlossen werden. Deshalb beinhaltet Tabelle 62 die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests (2-seitige Testung, da keine Unterschiede erwartet werden, Bonferoni-Korrektur wie üblich nach Anzahl der Unterskalen) für den Vergleich der EBF-Werte der Kontroll- und Experimentalgruppe nach der Basisnacht (Nacht 2):

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Prüfgröße Z	Signifikanz (2-seitig)
BEL-G	46.06	48.99	-0.384	.701
ERH_G	50.03	48.19	-0.241	.810
BEL_ALLG	42.63	49.67	-0.952	.341
BEL_EMO	52.28	47.74	-0.605	.545
BEL_SOZ	50.63	48.08	-0.346	.729
KONFL	44.56	49.29	-0.622	.534
UEBMUED	48.00	48.60	-0.079	.937
ENLOS	47.88	48.63	-0.099	.921
BEL_SOM	48.28	48.54	-0.035	.972
ERFOLG	42.41	49.72	-0.960	.337

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Prüfgröße Z	Signifikanz (2-seitig)
ERH_SOZ	51.25	47.95	-0.433	.665
ERH_SOM	49.66	48.27	-0.182	.855
ERH_ALLG	53.13	47.58	-0.729	.466
SCHLAF	47.97	48.61	-0.084	.933

Tabelle 62: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der EBF-Werte (Bezeichnung s. Tabelle 45) der **Kontroll-** und der **Experimentalgruppe** nach der Basisnacht (Nacht 2). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).

Für keine der Skalen wird nach der Basisnacht (Nacht 2) zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe ein signifikanter Unterschied festgestellt.

Zur Testung der Unterschiedshypothesen nach den Nächten 3-11 (Fluglärmnächte für die Experimentalgruppe) wird ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt (1-seitige Überprüfung der nach Bonferoni korrigierten Signifikanz - s. Kap. 12.2). Die Ergebnisse werden in Tabelle 63 dargestellt:

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
BEL-G	424.41	431.73	-0.323	.374
ERH_G	457.58	425.05	-1.434	.076
BEL_ALLG	423.16	431.98	-0.399	.345
BEL_EMO	446.30	427.32	-0.855	.197
BEL_SOZ	480.05	420.53	-2.732*	.003
KONFL	435.34	429.53	-0.258	.399
UEBMUED	398.51	436.13	-1.697	.045
ENLOS	402.51	436.93	-1.487	.069
BEL_SOM	423.42	431.92	-0.376	.354
ERFOLG	429.36	430.73	-0.060	.476
ERH_SOZ	447.63	427.06	-0.908	.182
ERH_SOM	451.75	426.23	-1.126	.130

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
ERH_ALLG	444.62	427.66	-0.748	.227
SCHLAF	477.49	421.05	-2.490*	.007

*Tabelle 63: Mann-Whitney-U-Test (1-seitige Testung) für den Vergleich der EBF-Werte (Bezeichnung s. Tabelle 45) der **K**ontroll- und der **E**xperimentalgruppe nach den Nächten 3–11 Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).*

Die Experimentalgruppe weist nach den Fluglärmnächten gegenüber der Kontrollgruppe (nach den entsprechenden lärmfreien Nächten) niedrigere Werte im Gesamtscore ‚Erholung‘ auf, wobei der Unterschied jedoch nur als Trend besteht. Im Beanspruchungsbereich sind die Werte der Experimentalgruppe in der Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ signifikant gegenüber den Werten der Kontrollgruppe erhöht, im Erholungs-Bereich in der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ signifikant verringert. Die Kontrollgruppe zeigt jedoch im Gegensatz zu den aufgestellten Hypothesen signifikant erhöhte Werte in der Skala ‚Belastung im sozialen Bereich‘.

Um eventuell nach den Fluglärmnächten weiter bestehende Unterschiede zwischen den EBF-Werten von Kontroll- und Experimentalgruppe festzustellen, wird darüber hinaus ein Mann-Whitney-Test (1-seitig, da gerichtete Hypothesen aufgestellt wurden) über die nach Nacht 12 erhobenen Werte (1. Ruhenacht nach den Lärmnächten für die Experimentalgruppe) durchgeführt. Die Resultate sind in Tabelle 64 aufgeführt:

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
BEL-G	46.03	48.40	-0.313	.377
ERH_G	52.47	47.09	-0.711	.238
BEL_ALLG	46.13	48.38	-0.922	.178
BEL_EMO	48.31	47.94	-0.052	.479
BEL_SOZ	54.69	47.03	-1.142	.127
KONFL	44.91	48.63	-0.496	.320
UEBMUED	44.34	48.74	-0.584	.279

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Ko	Mittlerer Rang Ex	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
ENLOS	40.75	49.47	-1.163	.122
BEL_SOM	53.09	46.97	-0.818	.206
ERFOLG	51.16	47.36	-0.503	.307
ERH_SOZ	53.97	46.79	-0.951	.171
ERH_SOM	48.38	47.92	-0.060	.476
ERH_ALLG	55.72	46.44	-1.230	.109
SCHLAF	45.78	48.45	-0.354	.362

Tabelle 64: Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der EBF-Werte (Bezeichnung s. Tabelle 45) der **Kontroll-** und der **Experimentalgruppe** nach Nacht 12 (1. Ruhenacht für die Experimentalgruppe nach den Lärnächten). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (= Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).

Der Unterschied der EBF-Werte von Kontroll- und Experimentalgruppe nach Nacht 12 (für die Experimentalgruppe die 1. Ruhenacht nach den Fluglärnächten) wird für keine der Skalen signifikant.

12.3.3.3 Intraindividuellem Vergleich der MDBF-Werte der Prä- und Postmessungen

Die gemittelten Messwerte von jeweils 5 Tagen vor und nach der Studienteilnahme werden getrennt für Experimental- und Kontrollgruppe verglichen. Da es sich um einen intraindividuellen Vergleich von Messwerten handelt, kommt der Wilcoxon-Test zum Einsatz. In Tabelle 65 werden die Ergebnisse der 1-seitigen Testung (gerichtete Hypothesen) für die Experimentalgruppe dargestellt:

Wilcoxon-Test	Ergebnis aus dem Vergleich der negativen und positiven Ränge sowie der Bindungen	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
BEL-G	Prä > Post	-3.163**	.001
ERH_G	Prä > Post	-3.049**	.001
BEL_ALLG	Prä > Post	-1.590	.056
BEL_EMO	Prä > Post	-1.656	.049
BEL_SOZ	Prä > Post	-2.306*	.010

Wilcoxon-Test	Ergebnis aus dem Vergleich der negativen und positiven Ränge sowie der Bindungen	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
KONFL	Prä < Post	-1.775	.038
UEBMUED	Prä > Post	-1.522	.064
ENLOS	Prä > Post	-3.681**	.000
BEL_SOM	Prä > Post	-2.399**	.008
ERFOLG	Prä > Post	-1.462	.072
ERH_SOZ	Prä > Post	-1.904	.028
ERH_SOM	Prä > Post	-3.544**	.000
ERH_ALLG	Prä > Post	-3.888**	.000
SCHLAF	Prä > Post	-0.849	.198

*Tabelle 65: Die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für den Prä-/Post-Vergleich die Mittelwerte der jeweils an 5 Messtagen vor und nach der Laborstudie erhobenen und gemittelten EBF-Daten (Bezeichnung s. Tabelle 45) der Experimentalgruppe. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (= Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).*

Der Hauptscore ‚Belastung‘ ist nach der Laborstudie sehr signifikant kleiner als vor der Studie. Das gilt auch für seine Unterskala ‚Energierlosigkeit - Unkonzentriertheit‘ für die Unterskala ‚Körperliche Belastung‘ besteht hingegen nur ein Trend. Der Hauptscore ‚Erholung‘ ist im Vergleich zu der Prä-Messung nach der Laborstudie sehr signifikant erniedrigt, ebenso seine Unterskalen ‚Erholung im körperlichen Bereich‘ und ‚Allgemeine Erholung‘, das bedeutet, die Versuchspersonen der Experimentalgruppe schätzen sich nach der Studie als weniger erholt in diesen Bereichen ein als davor.

In Tabelle 66 werden die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests auch für den intraindividuellen Vergleich der Mittelwerte der an 5 Tagen vor und nach der Laborstudie erhobenen und gemittelten EBF-Daten der Kontrollgruppe dargestellt:

Wilcoxon-Test	Ergebnis aus dem Vergleich der negativen und positiven Ränge sowie der Bindungen	Prüfgröße Z	Signifikanz (2-seitig)
BEL-G	Prä < Post	-1.136	.256
ERH_G	Prä > Post	-2.385*	.017
BEL_ALLG	Prä < Post	-0.227	.820
BEL_EMO	Prä < Post	-1.014	.311
BEL_SOZ	Prä > Post	-2.158	.031
KONFL	Prä > Post	-1.363	.173
UEBMUED	Prä < Post	-0.057	.955
ENLOS	Prä > Post	-1.988	.047
BEL_SOM	Prä < Post	-0.057	.955
ERFOLG	Prä > Post	-0.511	.609
ERH_SOZ	Prä > Post	-1.477	.140
ERH_SOM	Prä > Post	-2.897**	.004
ERH_ALLG	Prä > Post	-2.443	.015
SCHLAF	Prä > Post	-1.704	.088

*Tabelle 66: Die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für den Prä-/Post-Vergleich der Mittelwerte von jeweils 5 Messtagen vor und nach der Laborstudie erhobenen EBF-Daten (Bezeichnung s. Tabelle 45) der Kontrollgruppe. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).*

Für den Prä / Post-Vergleich der EBF-Werte der Kontrollgruppe zeigt sich eine Verringerung im Gesamtscore ‚Erholung‘ (signifikant) und in der Unterskala ‚Erholung im körperlichen Bereich‘ (sehr signifikant) für die gemittelten Messwerte von fünf Tagen nach der Studie gegenüber den Werten vor der Studie. Für die Skala ‚Allgemeine Erholung‘ besteht (nach Bonferoni-Korrektur) nur ein Trend.

12.3.3.4 Interindividueller Vergleich der EBF-Werte der Prä- und Postmessungen

Die gemittelten EBF-Werte der fünf Tage vor und nach der Studienteilnahme können auch zum Vergleich zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe

herangezogen werden. In Tabelle 67 werden die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests über die Mittelwerte der an den fünf Tagen erhobenen EBF-Daten vor der Studienteilnahme dargestellt, wobei kein Unterschied erwartet wird (2-seitige Testung):

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Kontrollgruppe	Mittlerer Rang Experimentalgruppe	Prüfgröße Z	Signifikanz (2-seitig)
BEL-G	248.50	233.07	-0.897	.370
ERH_G	276.78	227.79	-2.848*	.004
BEL_ALLG	232.57	236.05	-0.205	.837
BEL_EMO	245.89	233.56	-0.724	.469
BEL_SOZ	274.78	228.16	-2.753*	.006
KONFL	247.74	233.21	-0.847	.397
UEBMUED	235.59	235.48	-0.006	.995
ENLOS	231.78	236.20	-0.258	.797
BEL_SOM	243.06	234.09	-0.525	.600
ERFOLG	244.29	233.86	-0.607	.544
ERH_SOZ	292.11	224.92	-3.909**	.000
ERH_SOM	261.43	230.66	-1.791	.073
ERH_ALLG	271.24	228.82	-2.470	.014
SCHLAF	243.88	233.93	-0.579	.563

*Tabelle 67: Vergleich der an 5 Tagen vor der Laborstudie erhobenen und gemittelten EBF-Werte (Bezeichnung s. Tabelle 45) von Kontroll- und Experimentalgruppe. Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).*

In der Gesamtskala ‚Erholung‘, sowie in den Unterskalen ‚Belastung im sozialen Bereich‘ und ‚Erholung im sozialen Bereich‘ bestehen signifikante Unterschiede zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe (die Kontrollgruppe weist höhere Werte auf). In allen anderen Skalen zeigen die Vergleiche keine Signifikanz.

In Tabelle 68 werden die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests für den Vergleich der an 5 Tagen nach der Laborstudie erhobenen und gemittelten EBF-Daten von

Kontroll- und Experimentalgruppe aufgeführt. Wegen der gerichteten Hypothesen kann eine 1-seitige Testung durchgeführt werden:

Mann-Whitney-U-Test	Mittlerer Rang Kontrollgruppe	Mittlerer Rang Experimentalgruppe	Prüfgröße Z	Signifikanz (1-seitig)
BEL_G	240.89	232.58	-0.502	.308
ERH_G	242.86	232.17	-0.645	.259
BEL_ALLG	250.26	230.64	-1.223	.110
BEL_EMO	239.96	232.77	-0.442	.329
BEL_SOZ	262.66	228.07	-2.159	.015
KONFL	229.72	234.89	-0.313	.377
UEBMUED	238.99	232.97	-0.365	.358
ENLOS	223.80	236.11	-0.746	.228
BEL_SOM	254.80	229.70	-1.528	.058
ERFOLG	248.09	231.09	-1.027	.152
ERH_SOZ	266.73	227.24	-2.385*	.008
ERH_SOM	232.51	234.31	-0.108	.457
ERH_ALLG	239.38	232.89	-0.392	.347
SCHLAF	216.58	237.60	-1.270	.102

*Tabelle 68: Vergleich der an 5 Tagen nach der Laborstudie erhobenen und gemittelten EBF-Werte von Kontroll- und Experimentalgruppe (Bezeichnung s. Tabelle 45). Unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur sind signifikante mit * und sehr signifikante Z-Werte (= Prüfgröße) mit ** markiert (s. Kap. 12.2).*

Der Vergleich der an 5 Tagen nach der Laborstudie erhobenen und gemittelten Messwerte von Kontroll- und Experimentalgruppe fällt für alle Skalen – mit Ausnahme der Skala ‚Erholung im sozialen Bereich‘, in der die Kontrollgruppe wie schon vor der Studienteilnahme signifikant höhere Werte zeigt – nicht signifikant aus.

12.4 Ergebnisse der univariaten und multivariaten Varianzanalysen

Da der EBF die Messung der beiden Konstrukte ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ beinhaltet, deren Scores nach Ergebnissen von Faktorenanalysen nicht zusammengefasst werden dürfen (Kallus, 1995), werden getrennt für die beiden Hauptscores univariate und für die Unterskalen des Beanspruchungs- und des Erholungsbereichs – wenn mehrere Skalen eingezogen werden – multivariate Berechnungen durchgeführt. Das gilt auch für die Kovarianzanalysen. Grundsätzlich wird zur Berechnung der F-Werte die Pillai-Spur verwendet. Ob Voraussetzungen auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) und darüber hinaus für multivariate Analyse auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen (Box-Test) erfüllt sind, wird jeweils vor der Ergebnisdarstellung erwähnt. Sollte die Bedingung der Gleichheit der Fehlervarianzen nicht erfüllt sein, wird das Signifikanzniveau einer Empfehlung von Bühl und Zöfel (2000) folgend auf $\alpha \leq .01$ erhöht. Ansonsten werden die üblichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten verwendet.

Zur Abschätzung der Größe der Effekte wird die Effektstärke (Eta-Quadrat = ε^2) angegeben. Dabei wird bei $\varepsilon^2 \leq 0.20$ der Effekt als gering, ab $\varepsilon^2 > 0.20$ als mittelstark bezeichnet (vgl. Bortz, 1999).

12.4.1 Varianzanalysen für die Lärmparameter ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘

Über univariate, zweifaktorielle Varianzanalysen werden zunächst die Haupteffekte der beiden Faktoren¹ ‚Anzahl der Fluglärmereignisse‘ (7 Kategorien) und ‚Maximalpegel‘ (8 Kategorien) sowie deren Interaktionen geprüft. Da für die Ermittlung der Fluglärmefekte auch eine Bedingung ohne Lärm (Faktorstufe = 0) berücksichtigt wird, liegen den Analysen die nach den Nächten 2 – 11 erhobenen EBF-Daten zugrunde. In die Varianzanalysen werden jedoch nur die Unterskalen einbezogen, die signifikant mit den Fluglärmparametern korrelieren (s. Tabelle 49).

¹ Wie schon in Kap. 4 erwähnt, handelt es sich durch die Auswahl von realistischen Faktorstufen der beiden Faktoren deshalb um ‚fixed factors‘ (Bortz, 1999).

Die Voraussetzung auf Gleichheit der Fehlervarianzen wird für die beiden Summenscores und die relevanten Unterskalen (mit Ausnahme der Skala ‚Körperliche Belastung‘) belegt. Zunächst werden getrennt für die Hauptcores ‚Belastung‘ und ‚Erholung‘ univariate Analysen durchgeführt und die Ergebnisse in Tabelle 69 und Tabelle 70 dargestellt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für BEL-G:	0.697	29	.884	0.026
Anzahl der Flugereignisse	1.070	5	.376	0.007
Pegel	0.331	6	.630	0.006
Anzahl x Pegel	0.655	17	.848	0.014

*Tabelle 69: Univariate, zweifaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Haupteffekte und der Faktoren ‚Häufigkeit der Fluglärmereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie deren Interaktion für den Hauptscore ‚Belastung‘ = BEL-G. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Die Varianz des Gesamtscores ‚Belastung‘ wird nicht signifikant durch das Modell erklärt. Ebenso bestehen keine signifikanten Haupteffekte des ‚Maximalpegels‘, und der ‚Anzahl der Lärmereignisse‘ und keine signifikante Interaktion der Fluglärmparameter.

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für ERH-G:	1.272	29	.155	0.046
Anzahl der Flugereignisse	1.924	5	.088	0.012
Pegel	0.813	6	.560	0.006
Anzahl x Pegel	1.158	17	.294	0.025

*Tabelle 70: Univariate, zweifaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Haupteffekte und der Faktoren ‚Häufigkeit der Fluglärmereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie deren Interaktion für den Hauptscore ‚Erholung‘ = ERH-G. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Die Varianz des Gesamtscores ‚Erholung‘ wird ebenfalls nicht signifikant durch das Modell erklärt. Für die ‚Anzahl der Flugereignisse‘ besteht ein Haupteffekt nur als Trend. Eine Signifikanz für den Effekt des Maximalpegels oder der Interaktion beider Fluglärmparameter wird nicht belegt.

Die Ergebnisse der Multivariaten Varianzanalyse für die beiden mit den Fluglärmparametern signifikant korrelierenden (vgl. Tabelle 49) Unterskalen des Beanspruchungsbereichs werden in Tabelle 71 dargestellt. Die Gleichheit der Kovarianzmatrizen wird nachgewiesen. Der Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz ist für die Skala ‚Körperliche Belastung‘ signifikant.

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Anzahl der Flugereignisse	2.602**	70	.004	0.017
Pegel	1.031	84	.417	0.008
Anzahl x Pegel	0.984	238	.495	0.021
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
UEBMUED	1.768	29	.008	0.063
BEL-SOM	1.515	29	.041	0.054
Anzahl der Flugereignisse:				
UEBMUED	4.650**	5	.000	0.029
BEL-SOM	3.513**	5	.004	0.022

*Tabelle 71: Zweifaktorielle, multivariate Varianzanalyse zur Überprüfung der Haupteffekte und der Faktoren ‚Häufigkeit der Fluglärmereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie deren Interaktion für die beiden Unterskalen des Beanspruchungsbereichs UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck und BEL-SOM = Körperliche Belastung. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Die multivariaten Tests sind für den Faktor ‚Anzahl der Flugereignisse‘ sehr signifikant, jedoch nicht für den Maximalpegel und die Interaktion beider Faktoren. Sehr signifikante Haupteffekte des Faktors ‚Anzahl der Flugereignisse‘ bestehen für die Unterskala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘. Die Effektstärken sind jedoch gering.

Zur graphischen Darstellung des Effekts der ‚Anzahl der Flugereignisse‘ werden exemplarisch die Verläufe der Faktorstufen 0, 55, 60 und 65 dB(A) des ‚Maximalpegels‘ für die Werte der Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ in Abbildung 18 und der Skala ‚Körperliche Belastung‘ in Abbildung 19 dargestellt:

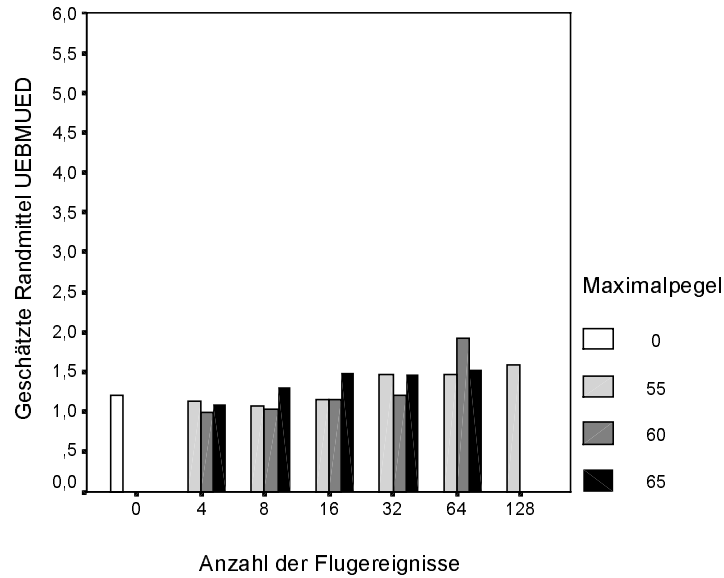


Abbildung 18: Werteverläufe der Skala 'Überrüdung - Zeitdruck' (Min = 0.00; Max = 6.00) einiger exemplarischer Faktorstufen des Maximalpegels (0, 55, 60 und 65 dB) über die Faktorstufen 'Anzahl der Flugereignisse'.

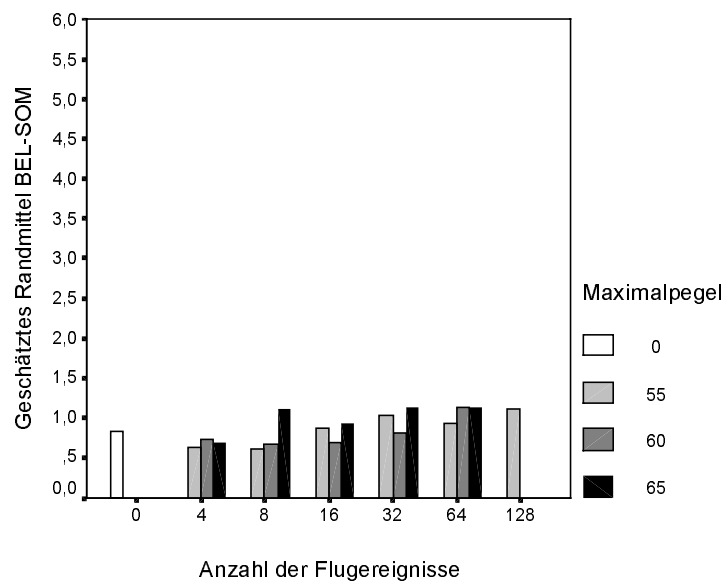


Abbildung 19: Werteverläufe der Skala 'Körperliche Beschwerden' (Min = 0.00; Max = 6.00) einiger exemplarischer Stufen des Maximalpegels (0, 55, 60 und 65 dB) über die Faktorstufen der 'Anzahl der Flugereignisse'.

Das Ergebnis der Varianzanalyse zeigt, dass die Beanspruchung mit steigender Anzahl der Flugereignisse in einer Lärmnacht im Bereich 'Überrüdung - Zeitdruck' und 'Körperliche Belastung' sich ansteigt.

In einer weiteren univariaten, zweifaktoriellen Varianzanalyse wird der Einfluss der beiden Fluglärmparameter auf die Unterskala des Erholungsbereichs 'Erholbarer

Schlaf untersucht. Der Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen fiel signifikant aus, die Gleichheit der Fehlervarianzen kann durch den Box-Test belegt werden. Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 72 aufgeführt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für ‚SCHLAF‘:	2.541**	29	.000	0.088
Anzahl der Flugereignisse	7.893**	5	.000	0.049
Pegel	1.054	6	.389	0.008
Anzahl x Pegel	1.393	17	.132	0.030

Tabelle 72: Univariate, zweifaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung der Haupteffekte und der Faktoren ‚Häufigkeit der Fluglärmereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie deren Interaktion für die Unterskala des Erholungsbereichs ‚Erholsamer Schlaf‘ (SCHLAF). Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.

Das univariate, zweifaktorielle Modell ist sehr signifikant und weist eine geringe Effektstärke auf. Ein sehr signifikanter Haupteffekt wird nur für die ‚Anzahl der Flugereignisse‘ nachgewiesen. Für den Maximalpegel und die Interaktion beider Lärmparameter bestehen keine signifikanten Effekte. Zur Veranschaulichung des Effekts der ‚Anzahl der Flugereignisse‘ werden exemplarisch die Werteverläufe der Faktorstufen 0, 55, 60 und 65 dB(A) des ‚Maximalpegels‘ graphisch in Abbildung 20 dargestellt:

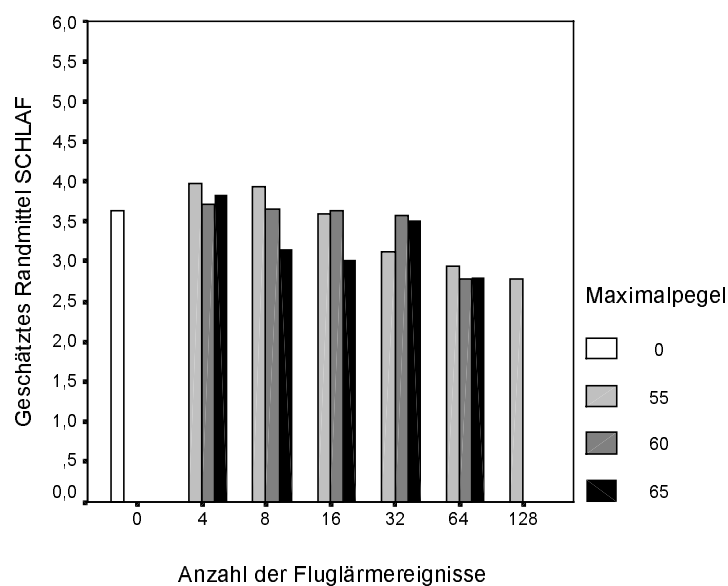


Abbildung 20: Werteverläufe der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) einiger exemplarischer Faktorstufen des Maximalpegels (0, 55, 60 und 65 dB) über die Faktorstufen ‚Anzahl der Flugereignisse‘.

Aus den Ergebnissen und den graphischen Darstellungen kann gefolgert werden, dass die Erholung im Bereich ‚Erholsamer Schlaf‘ mit zunehmender Anzahl der Flugereignisse leicht beeinträchtigt wird.

Mittels zweier Scheffé-Tests (getrennt für die relevanten Unterskalen des Beanspruchungs- und Erholungsbereichs – die Resultate werden jedoch vereinfacht in einer Tabelle dargestellt) werden Mehrfachvergleiche zwischen den einzelnen Faktorstufen der Variablen ‚Anzahl der Flugereignisse‘ durchgeführt. Die Ergebnisse der Vergleiche sind in Tabelle 73 dargestellt:

Anzahl → ↓	0 (n=80)	4 (n=143)	8 (n=158)	16 (n=143)	32 (n=120)	64 (n=104)	128 (n=48)
0						SCHLAF**	SCHLAF(T)
4						UEBMUED* SCHLAF**	UEBMUED(T) SCHLAF**
8						UEBMUED** SCHLAF**	UEBMUED(T) BEL-SOM(T) SCHLAF*
16							
32							
64							
128							

Tabelle 73: Ergebnisse zweier Scheffé-Tests zum Vergleich der Faktorstufen der Variablen ‚Anzahl der Fluglärmereignisse‘ für die Unterskalen der Beanspruchung (UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck; BEL-SOM = Körperliche Belastung) und für Unterskala der Erholung (SCHLAF = Erholsamer Schlaf). Signifikante Vergleiche sind mit *, sehr signifikante mit ** und Trends ($\alpha < .10$) mit T markiert.

Für die Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, ‚Körperliche Belastung‘ und ‚Erholsamer Schlaf‘ können signifikante Unterschiede zwischen einigen Faktorstufen der Variablen ‚Anzahl der Flugereignisse‘ nachgewiesen werden. Es bestehen die meisten Unterschiede zwischen den Faktorstufen 0, 4, 8 gegenüber den Stufen 64

und 128. Es unterscheiden sich für die Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ folgende Stufen: 4:64 (signifikant), 4:128 (Trend), 8:64 (sehr signifikant) und 8:128 (Trend), für die Skala ‚Körperliche Belastung‘: 8:128 (Trend) und für die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘: 0:64 (sehr signifikant), 0:128 (Trend), 4:64, 4:128 und 8:64 (alle drei sehr signifikant) sowie 8:128 (signifikant). Die Unterschiede für die Hauptskala ‚Erholung‘ sowie der Unterskalen der übrigen Vergleiche sind nicht signifikant.

In einfaktoriellen Varianzanalysen werden die Effekte des ‚Mittelungspegels‘ auf die beiden Hauptscores und die relevanten Unterskalen geprüft. Dazu werden Kategorien aus dem L_{eq3} von 3-dB(A)-Abständen gebildet (entspricht jeweils einer Verdopplung der Flugereignisse). Insgesamt werden 11 Kategorien als Faktorstufen in die Analyse einbezogen (s. Tabelle 39). Für beide Hauptscores besteht eine Gleichheit der Fehlervarianzen. In Tabelle 74 und Tabelle 75 werden die Ergebnisse zweier univariater Varianzanalysen für die beiden Hauptscores für den Faktor ‚Kategorien L_{eq3} ‘ dargestellt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für BEL-G:				
Kategorien des Mittelungspegels	0.492	10	.896	0.006

*Tabelle 74: Univariate Varianzanalyse für den Hauptscore ‚Belastung‘ zur Überprüfung des Effekts der ‚3dB(A)-Kategorien des Mittelungspegel‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Das Modell für die Kategorien des Mittelungspegels ist nicht signifikant.

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für ERH-G:				
Kategorien des Mittelungspegels	1.712	10	.074	0.021

*Tabelle 75: Univariaten Varianzanalyse für den Hauptscore ‚Erholung‘ zur Überprüfung des Effekts der ‚3dB(A)-Kategorien des Mittelungspegel‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Es besteht nur ein trendmäßiger Haupteffekt der Kategorien des Mittelungspegels auf den Hauptscore ‚Erholung‘.

In Tabelle 76 werden die Ergebnisse einer multivariaten, einfaktoriellen Varianzanalyse für die beiden relevanten Unterskalen des Beanspruchungsbereichs dargestellt. Die Gleichheit der Kovarianzmatrizen ist nicht gegeben, die Gleichheit der Fehlervarianzen ist nur für die Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, nicht für die Skala ‚Körperliche Belastung‘ gesichert:

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u> Korrigiertes Modell für UEBMUED und BEL-SOM: Kategorien des Mittelungspegels	1.325	20	.152	0.017

*Tabelle 76: Multivariate Varianzanalyse für die Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ (UEBMUED) und ‚Körperliche Belastung‘ (BEL-SOM) zur Überprüfung des Effekts der ‚3dB(A)-Kategorien des Mittelungspegels‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Die multivariate Modell für die beiden Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ ist nicht signifikant.

Die Ergebnisse einer univariaten, einfaktoriellen Varianzanalyse für die Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ werden in Tabelle 77 dargestellt. Die Voraussetzung auf Gleichheit der Fehlervarianzen ist erfüllt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u> Korrigiertes Modell für SCHLAF: Kategorien des Mittelungspegels	2.650**	10	.003	0.033

*Tabelle 77: Univariate Varianzanalyse für die Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ (SCHLAF) zur Überprüfung des Effekts der ‚3dB(A)-Kategorien des Mittelungspegels‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Das univariate Modell auf die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ ist sehr signifikant, weist jedoch nur eine geringe Effektstärke auf. Durch den Scheffé-Test können keine signifikanten Mehrfachvergleiche belegt werden.

12.4.2 Varianzanalysen für den Faktor ‚Belästigung‘

Die Beziehung zwischen dem Mediator ‚Belästigung‘ und den Hauptscore ‚Belastung‘ wird vertiefend in einer multivariaten, einfaktoriellen Varianzanalyse

untersucht. Als Faktor wird dabei die Belästigung mit ihren fünf Faktorstufen eingesetzt. Die Voraussetzungen der Gleichheit der Fehlervarianzen werden erfüllt. Die Ergebnisse der univariaten Varianzanalysen werden in Tabelle 78 dargestellt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für BEL-G:				
Belästigung	7.880**	4	.000	0.030

*Tabelle 78: Univariate, einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung des Haupteffekts des 5-stufigen Faktors ‚Belästigung‘ für den Hauptscore ‚Belastung‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Modell mit dem Faktor ‚Belästigung‘ erklärt die Varianz des Hauptscores ‚Belastung‘ sehr signifikant. Die Effektstärke ist jedoch gering.

Ebenfalls wird der Effekt der Belästigung auf den Hauptscore ‚Erholung‘ untersucht. Die Voraussetzung nach Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) wird nicht erfüllt. Die Ergebnisse der univariaten Analyse sind in Tabelle 79 aufgeführt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für ERH-G:				
Belästigung	15.445**	4	.000	0.072

*Tabelle 79: Univariate, einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung des Haupteffekts des 5-stufigen Faktors ‚Belästigung‘ für den Hauptscore ‚Erholung‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das univariate Modell für den Gesamtscore ‚Erholung‘ mit dem Faktor ‚Belästigung‘ ist ebenfalls sehr signifikant bei geringer Effektstärke.

In multivariaten Analysen wird der Einfluss der Belästigung auch jeweils getrennt für die Unterskalen des Beanspruchungs- und des Erholungsbereichs untersucht. Für die Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, ‚Energielosigkeit - Unkonzentriertheit‘ und ‚Erholsamer Schlaf‘ kann die Gleichheit der Fehlervarianzen nicht belegt werden. Die Ergebnisse der Varianzanalyse werden in Tabelle 80 dargestellt:

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Belästigung	6.303**	28	.000	0.053
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
BEL-ALLG	1.150	4	.332	0.006
BEL-EMO	0.651	4	.627	0.003
BEL-SOZ	0.363	4	.835	0.002
KONFL	1.773	4	.132	0.009
UEBMUED	29.790**	4	.000	0.131
ENLOS	4.081**	4	.003	0.020
BEL-SOM	25.850**	4	.000	0.116

*Tabelle 80: Univariate, einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung des Haupteffekts des 5-stufigen Faktors ‚Belästigung‘ auf die Unterskalen des Beanspruchungsbereichs: BEL-ALLG = Allgemeine Belastung; BEL-EMO = Emotionale Belastung; BEL-SOZ = Belastung im sozialen Bereich; KONFL = Ungelöste Konflikte - Erfolglosigkeit; UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck ; ENLOS = Energielosigkeit - Unkonzentriertheit; BEL-SOM = Körperliche Belastung. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das multivariate Modell erklärt die Varianz der Unterskalen des Beanspruchungsbereichs sehr signifikant. Auf den Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘, ‚Körperliche Belastung‘ und ‚Energielosigkeit – Unkonzentriertheit‘ bestehen sehr signifikante Haupteffekte der Belästigung. Die Effektstärken sind gering, jedoch für die beiden erstgenannten Skalen deutlich größer als für letztere.

Für die Unterskalen im Erholungsbereich wird ebenfalls eine multivariate, einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Faktor ‚Belästigung‘ berechnet. Eine Gleichheit der Fehlervarianzen kann nur für die beiden Unterskalen ‚Erholung im sozialen Bereich‘ und ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ belegt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 80 dargestellt:

Multivariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Belästigung	7.779**	20	.000	0.047
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
ERFOLG	3.790**	4	.005	0.019
ERH-SOZ	2.858*	4	.023	0.014
ERH-SOM	5.988**	4	.000	0.029
ERH-ALLG	8.305**	4	.000	0.040
SCHLAF	37.138**	4	.000	0.158

*Tabelle 81: Univariate, einfaktorielle Varianzanalyse zur Überprüfung des Haupteffekts des 5-stufigen Faktors ‚Belästigung‘ auf die Unterskalen des Erholungsbereichs: ERFOLG = Erfolg - Leistungsfähigkeit; ERH-SOZ = Erholung im sozialen Bereich; ERH-SOM = Erholung im körperlichen Bereich; ERH-ALLG = Allgemeine Erholung - Wohlbefinden; SCHLAF = Erholsamer Schlaf) Signifikante Z-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante mit ** markiert.*

Das Modell für den Faktor ‚Belästigung‘ erzielt auch für die Unterskalen des Erholungsbereichs eine hohe Signifikanz bei geringer Effektstärke. Auf den Unterskalen ‚Erfolg - Leistungsfähigkeit‘, ‚Erholung im körperlichen Bereich‘, ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden‘ und ‚Erholsamer Schlaf‘ liegen sehr signifikante, auf der Skala ‚Erholung im sozialen Bereich‘ kann nur ein signifikanter Effekt der Belästigung mit sehr kleiner Effektstärke festgestellt werden. Die Effektstärke der Belästigung in der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ erreicht auch nur eine geringe Größe, fällt jedoch für den Erholungsbereich mit Abstand am höchsten aus ($\epsilon^2 = 0.158$).

Über Scheffé-Tests werden jeweils getrennt für die beiden Hauptscores, aber auch getrennt für die Unterskalen des Beanspruchungs- und des Erholungsbereichs A-posteriori-Vergleiche (Bortz, 1999) von allen Faktorstufen untereinander durchgeführt (der Einfachheit halber werden die Resultate in einer Tabelle dargestellt). Die Homogenität der Unterskalen ist dabei für alle relevanten EBF-Skalen gewährleistet. Die Ergebnisse für die EBF-Skalen, auf die ein signifikanter Haupteffekt der Belästigung belegt ist, sind in Tabelle 82 aufgeführt:

Belästigung → ↓	1 (n=232)	2 (n=251)	3 (n=162)	4 (n=100)	5 (n=51)
1		ERH-G(T) ERFOLG(T) SCHLAF*	BEL-G* ERH-G** UEBMUED** BEL-SOM** ERH-SOM* ERH-ALLG* SCHLAF**	BEL-G** ERH-G** UEBMUED** ENLOS* BEL-SOM** ERFOLG* ERH-SOM** ERH-ALLG** SCHLAF**	BEL-G* ERH-G** UEBMUED** BEL-SOM** ERH-SOM* ERH-ALLG** SCHLAF*
2			UEBMUED** BEL-SOM** SCHLAF**	BEL-G* ERH-G* UEBMUED** BEL-SOM** SCHLAF**	ERH-G** UEBMUED** BEL-SOM** ERH-ALLG* SCHLAF**
3				BEL-SOM(T)	UEBMUED** SCHLAF**
4					
5					

Tabelle 82: Scheffé-Tests über die Faktorenstufen der ‚Belästigung‘ (1=nicht; 2=wenig; 3=mittelmäßig; 4=ziemlich; 5=sehr belästigt) über Scheffé-Tests. Es werden nur EBF-Skalen aufgeführt, für die der Vergleich signifikant *, sehr signifikant ** oder als Trend (T) besteht (Bezeichnung s. Tabelle 45).

In allen EBF-Skalen, für die ein Haupteffekt der ‚Belästigung‘ nachgewiesen wird, bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Faktorstufen – mit Ausnahme der Skala ‚Erholung im sozialen Bereich‘, für die ein Haupteffekt somit nicht interpretiert werden darf. Signifikante und sehr signifikante Differenzen bestehen zwischen folgenden Stufen (1 = nicht; 2 = wenig; 3 = mittelmäßig; 4 = ziemlich; 5 = sehr belästigt): für den Gesamtscore ‚Belastung‘ zwischen 1:3, 1:4, 1:5 und 2:4, für den Gesamtscore ‚Erholung‘ zwischen 1:2 (als Trend), 1:3, 1:4, 1:5, 2:4 und 2:5, für die Skalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ zwischen 1:3, 1:4, 1:5, 2:3, 2:4, 2:5 und 3:5, für letztere darüber hinaus noch

zwischen 2:3 und 3:4 (als Trend), für die Skala ‚Erfolg‘ nur zwischen 1:4, für die Skala ‚Erholung im körperlichen Bereich zwischen 1:3, 1:4 und 1:5, für die Skala ‚Allgemeine Erholung - Wohlbefinden zwischen 1:3, 1:4, 1:5 und 2:5 sowie „last but not least“ für die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ zwischen allen Kombinationen mit Ausnahme von 3:4 und 4:5.

In den folgenden Abbildungen wird der Einfluss der Belästigung auf diese drei Skalen graphisch dargestellt:

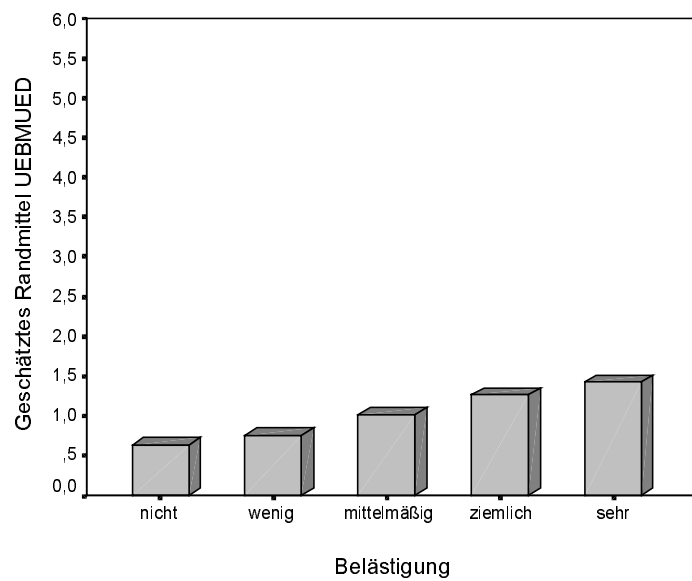


Abbildung 21: Verlauf der Werte (als geschätzte Randmittel) der Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) über die Faktorstufen der Belästigung

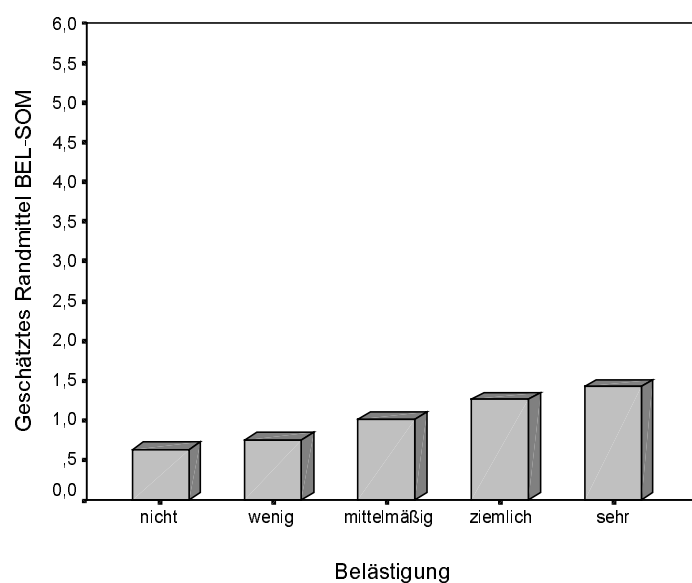


Abbildung 22: Verlauf der Werte (als geschätzte Randmittel) der Skala ‚Körperliche Belastung‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) über die Faktorstufen der Belastigung.

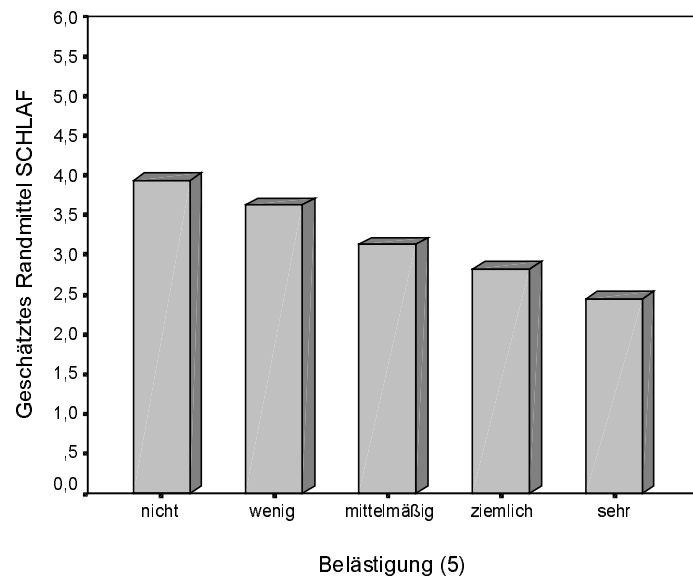


Abbildung 23: Verlauf der Werte der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) über die Faktorstufen der Belastigung (5-stufige Likert-Skala).

Zum Vergleich wird in Abbildung 24 der Werteverlauf der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ über die 11 Stufen der in der Lärmwirkungsforschung häufig verwendeten ‚Thermometerskala‘ der Belastigung dargestellt:

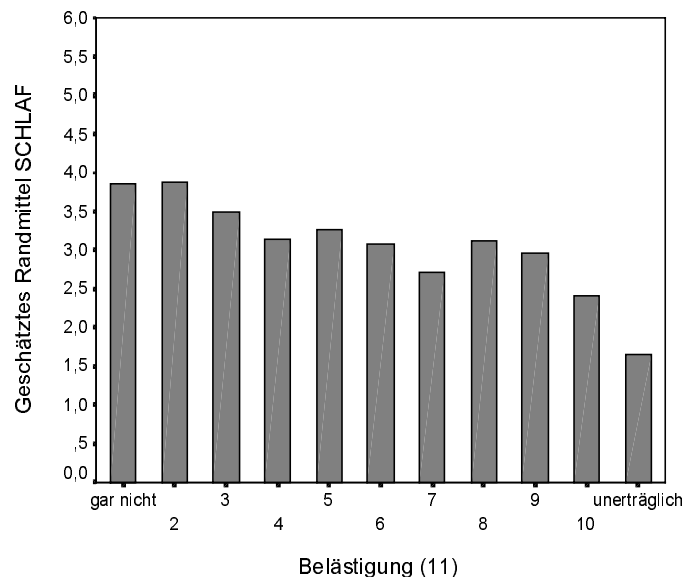


Abbildung 24: Verlauf der Werte der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ (Min = 0.00; Max = 6.00) über die Faktorstufen der Belastigung (11-stufige „Thermometer-Skala“)

Ein linearer Werteverlauf – wie er sich für die Stufen der Likertskala ergibt – ist für die Stufen der „Thermometer-Skala“ der Belästigung nicht erkennbar.

12.4.3 Ergebnisse der Kovarianzanalysen mit der Kovariaten ‚Belästigung‘

Um den Einfluss der ‚Belästigung‘ als Mediator für die Beziehung zwischen Fluglärmparametern und den EBF-Daten (nur für die beiden Hauptskalen, sowie für die Unterskalen, auf denen die Fluglärmparameter einen signifikanten Effekt haben) vertiefend zu untersuchen, werden uni- und multivariate Kovarianzanalysen durchgeführt. Die Daten der 5-stufigen Likertskala der Belästigung werden dabei als Kovariate eingesetzt. Durch den Levene-Test kann die Gleichheit der Fehlervarianzen für alle relevanten Skalen – mit Ausnahme der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ – belegt werden. Die Gleichheit der Kovarianzmatrizen (Box-Test) wird nicht belegt. Die Ergebnisse der univariaten Kovarianzanalysen für die beiden Hauptscores werden in Tabelle 83 und Tabelle 84 dargestellt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für BEL-G:	1.529*	30	.036	0.057
Belästigung	25.049**	1	.000	0.032
Anzahl der Flugereignisse	0.259	5	.935	0.002
Maximalpegel	0.733	6	.623	0.006
Anzahl x Maximalpegel	0.802	17	.802	0.015

*Tabelle 83: Univariate, mehrfaktorielle Kovarianzanalyse mit den Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ und der Kovariaten ‚Belästigung‘ für den Hauptscore ‚Belastung‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Kovarianzmodell ist sehr signifikant bei geringer Effektstärke. Dabei zeigt nur die Kovariate ‚Belästigung‘ einen sehr signifikanten, aber geringen Effekt auf den Hauptscore ‚Belastung‘. Die Fluglärmparameter weisen keine signifikanten Haupteffekte auf und ebenfalls keine Interaktion auf den Hauptscore ‚Belastung‘ auf.

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für ERH-G:	3.361**	30	.000	0.116
Belästigung	61.066**	1	.000	0.074
Anzahl der Flugereignisse	0.521	15	.760	0.003
Maximalpegel	1.595	6	.146	0.012
Anzahl x Maximalpegel	1.218	171	.243	0.026

*Tabelle 84: Univariate, mehrfaktorielle Kovarianzanalyse mit den Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ und der Kovariaten ‚Belästigung‘ für den Hauptscore ‚Erholung‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Kovarianzmodell ist sehr signifikant bei geringer Effektstärke. Dabei hat wiederum nur die Kovariate ‚Belästigung‘ einen sehr signifikanten, aber geringen Effekt auf den Gesamtscore ‚Erholung‘ ($\epsilon = 0.074$). Die Fluglärmparameter und ihre Interaktion zeigen keinen signifikanten Einfluss auf den Hauptscore ‚Erholung‘.

In Tabelle 85 werden die Ergebnisse einer multivariaten Kovarianzanalyse für die beiden Unterskalen des Beanspruchungsbereichs ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ dargestellt:

Multivariate Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests:</u>				
Belästigung	60.523**	2	.000	0.137
Anzahl der Flugereignisse	0.550	10	.855	0.004
Maximalpegel	1.260	12	.236	0.010
Anzahl x Pegel	1.027	34	.425	0.022
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:				
UEBMUED	5.487**	30	.000	0.177
BEL-SOM	4.881**	30	.000	0.161
Belästigung:				
UEBMUED	106.305**	1	.000	0.122
BEL-SOM	96.984**	1	.000	0.113

*Tabelle 85: Kovarianzanalyse die EBF-Skalen UEBMUED = Übermüdung - Zeitdruck und BEL-SOM = Körperliche Belastung mit der Kovariaten ‚Belästigung‘ und den Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Auf den beiden Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ bestehen sehr signifikante, aber geringe Effekte der Kovariaten ‚Belästigung‘. Die Lärmparameter oder deren Interaktion haben keinen signifikanten Einfluss.

Eine univariate Kovarianzanalyse wird für die Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ berechnet und die Ergebnisse in Tabelle 86 dargestellt:

Univariate Varianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für SCHLAF:	7.081**	30	.000	0.217
Belästigung	126.661**	1	.000	0.142
Anzahl der Flugereignisse	2.254*	5	.047	0.015
Maximalpegel	1.679	6	.163	0.012
Anzahl x Maximalpegel	1.239	17	.227	0.027

*Tabelle 86: Univariate, mehrfaktorielle Kovariananalyse mit den Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ und der Kovariaten ‚Belästigung‘ für den Unterskala Erholsamer Schlaf. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Kovarianzmodell ist sehr signifikant bei mittlerer Effektstärke ($\epsilon=0.217$). Ein sehr signifikanter Effekt auf die Skala ‚Erholsamer Schlaf‘ besteht für die Kovariate ‚Belästigung‘ ($\epsilon=0.142$) und ein signifikanter für den Faktor ‚Anzahl der Flugereignisse‘ ($\epsilon=0.015$), dessen Effektstärke aber deutlich kleiner als die der Kovariaten ‚Belästigung‘. Für den Maximalpegel und die Interaktion der beiden Lärmparameter zeigen sich keine signifikanten Effekte.

In abschließenden Kovarianzanalysen für die EBF-Skalen werden die Faktoren ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie als Kovariate alle Moderatoren eingehen. Die Gleichheit der Fehlervarianzen (Levene-Test) wird für die beiden Hauptscores erreicht. Die Ergebnisse der Kovarianzanalyse für die beiden Hauptscores werden in Tabelle 87 und Tabelle 88 dargestellt:

Univariate Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für BEL-G:	3.112**	39	.000	0.139
Alter	42.511**	1	.000	0.022
Geschlecht	16.935**	1	.000	0.028
Vorbelastung	9.204**	1	.002	0.012
Einstellung gegenüber Flugverkehr	0.011	1	.917	0.000
Chancen gegen Fluglärm	3.156	1	.076	0.004
Lebenszufriedenheit	21.355**	1	.000	0.028
Erregbarkeit	0.026	1	.872	0.000
Gesundheits Sorgen	0.941	1	.332	0.001
Extraversion	0.294	1	.588	0.000
Emotionalität	0.170	1	.680	0.000
Anzahl der Flugereignisse	2.136	5	.059	0.014
Maximalpegel	0.941	6	.465	0.007
Anzahl x Maximalpegel	0.451	17	.973	0.010

*Tabelle 87: Univariate Kovarianzanalyse für den Hauptscore ‚Belastung‘ mit den Fluglärmparametern ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie den soziodemographischen und psychischen Kovariaten ‚Alter‘, ‚Geschlecht‘, ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘, ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘, ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘, ‚Lebenszufriedenheit‘, ‚Erregbarkeit‘, ‚Gesundheits Sorgen‘, ‚Extraversion‘ und ‚Emotionalität‘. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Kovarianzmodell ist sehr signifikant mit einer geringen Effektstärke ($\epsilon^2=0.139$). Ein Effekt der ‚Anzahl der Flugereignisse‘ besteht nur als Trend. Die Effekte von Maximalpegel und der Interaktion beider Parameter erreichen keine Signifikanz. Die Kovariaten ‚Alter‘, ‚Geschlecht‘, ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘ und die ‚Lebenszufriedenheit‘ weisen einen sehr signifikanten Einfluss auf die Varianz des Gesamtscores ‚Belastung‘ auf. Die Effektstärken für die einzelnen Kovariaten sind jedoch gering ($\epsilon^2 \leq 0.028$).

Univariate Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für ERH-G:	5.405**	39	.000	0.218
Alter	0.251	1	.616	0.000
Geschlecht	0.007	1	.934	0.000
Vorbelastung	19.420**	1	.000	0.025
Einstellung gegenüber Flugverkehr	15.605**	1	.000	0.020
Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm	0.078	1	.780	0.000
Lebenszufriedenheit	3.802	1	.052	0.005
Erregbarkeit	0.663	1	.416	0.001
Erregbarkeit	0.055	1	.815	0.000
Gesundheits Sorgen	12.598**	1	.000	0.016
Extraversion	19.428**	1	.000	0.025
Emotionalität				
	2.839*	5	.015	0.018
Anzahl der Flugereignisse	1.287	6	.261	0.010
Maximalpegel	1.303	17	.183	0.029
Anzahl x Maximalpegel				

*Tabelle 88: Univariate Kovarianzanalyse für den Hauptscore ‚Erholung‘ mit den Fluglärmparametern ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie den Kovariaten der soziodemographischen und psychischen Moderatoren (s. Tabelle 87). Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Kovarianzmodell ist sehr signifikant bei mittlerer Effektstärke ($\epsilon=0.218$). Auch in der Kovarianzanalyse bleibt der Effekt durch die ‚Anzahl der Flugereignisse‘ signifikant, die Effektstärke ist jedoch sehr gering ($\epsilon=0.018$). Maximalpegel und die Interaktion beider Lärmparameter spielen weiterhin keine Rolle. Die Moderatoren ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘, ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘, ‚Extraversion‘ und ‚Emotionalität‘ weisen sehr signifikante Einflüsse auf die Erholung auf,. Für den Moderator ‚Lebenszufriedenheit‘ besteht ein Effekt nur als Trend. Die Effektstärken der einzelnen Moderatoren sind jedoch gering ($\epsilon \leq 0.025$).

In einer multivariaten Kovarianzanalyse werden die Effekte der Fluglärmparameter auf die beiden Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ unter Einbeziehung der Kovariaten (soziodemographische und psychische Mode-

ratoren) geprüft. Über den Box-Test kann die Gleichheit der Kovarianzmatrizen für beide Skalen nicht belegt werden. Die Gleichheit der Fehlervarianten wird für die Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ nur als Trend, für die Skala ‚Körperliche Belastung‘ nicht belegt. In Tabelle 89 werden die Ergebnisse dargestellt:

Multivariate Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Multivariate Tests für ÜBMÜD und BEL-</u>				
<u>SOM:</u>	17.124**	2	.000	0.043
Alter	21.673**	2	.000	0.054
Geschlecht	13.944**	2	.000	0.036
Vorbelastung durch Nachtfluglärm	0.654	2	.520	0.002
Einstellung gegenüber Flugverkehr	2.578	2	.077	0.007
Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm	4.201*	2	.015	0.011
Lebenszufriedenheit	6.315**	2	.002	0.016
Erregbarkeit	2.947	2	.053	0.008
Gesundheitssorgen	0.949	2	.388	0.003
Extraversion	1.289	2	.276	0.003
Emotionalität	3.685**	10	.000	0.024
Anzahl der Flugereignisse	1.212	12	.269	0.010
Maximalpegel	0.832	34	.741	0.018
Anzahl x Pegel				
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell:	4.611**	39	.000	0.192
Übermüdung - Zeitdruck	3.874**	39	.000	0.167
Körperliche Belastung				
Anzahl der Flugereignisse:	4.062**	5	.000	0.042
Übermüdung - Zeitdruck	2.451**	5	.000	0.033
Körperliche Belastung				

*Tabelle 89: Multivariate Kovarianzanalyse für die Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ und ‚Körperliche Belastung‘ mit den Fluglärmparametern ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie den Kovariaten *soziodemographische und psychische Moderatoren*. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das Kovarianzmodell für die beiden Unterskalen ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ ($\epsilon=0.192$) und ‚Körperliche Belastung‘ ($\epsilon=0.167$) ist sehr signifikant. Die Effektstär-

ken sind noch als gering bis mittelmäßig zu bezeichnen. Durch den Parameter ‚Anzahl der Flugereignisse‘ wird die Varianz der Skala ‚Übermüdung - Zeitdruck‘ ($\epsilon=0.0042$) und der Skala ‚Körperliche Belastung‘ ($\epsilon=0.003$) jeweils sehr signifikant erklärt. Die Kovariate ‚Alter‘, ‚Geschlecht‘, ‚Vorbelastung‘ und ‚Erregbarkeit‘ weisen sehr signifikante Einflüsse auf. Für die ‚Erregbarkeit‘ besteht ein signifikanter Effekt, für die ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ und das Personenmerkmal ‚Gesundheitssorgen‘ lassen sich nur Trends feststellen. Die Effektstärken der Moderatoren sind gering ($\epsilon \leq 0.0054$).

In einer abschließenden Kovarianzanalyse werden die Kovariate und die Fluglärmparameter zur Bestimmung der Varianz der Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ einbezogen. Eine Gleichheit der Fehlervarianzen wird über den Levene-Test nicht belegt. Die Ergebnisse der univariaten Kovarianzanalyse sind in Tabelle 90 aufgeführt:

Univariate Kovarianzanalyse	Prüfgröße F	Freiheitsgrade df	Signifikanz	Eta-Quadrat
<u>Tests der Zwischensubjekteffekte:</u>				
Korrigiertes Modell für SCHLAF:				
Alter	4.782**	39	.000	0.198
Geschlecht	0.988	1	.321	0.001
Vorbelastung	5.446*	1	.020	0.007
Einstellung gegenüber Flugverkehr	28.542**	1	.000	0.036
Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm	10.443**	1	.001	0.014
Lebenszufriedenheit	2.987	1	.084	0.004
Erregbarkeit	0.762	1	.383	0.001
Gesundheitssorgen	0.707	1	.401	0.001
Extraversion	6.722*	1	.010	0.009
Emotionalität	0.083	1	.773	0.000
	8.934**	1	.003	0.012
Anzahl der Flugereignisse	9.384**	5	.000	0.059
Maximalpegel	1.259	6	.274	0.010
Anzahl x Maximalpegel	1.612	17	.211	0.028

*Tabelle 90: Univariate Kovarianzanalyse für Unterskala ‚Erholsamer Schlaf‘ mit den Fluglärmparametern ‚Anzahl der Flugereignisse‘ und ‚Maximalpegel‘ sowie den Kovariaten soziodemographische und psychische Moderatoren. Signifikante F-Werte (= Prüfgröße) sind mit * und sehr signifikante Z-Werte (=Prüfgröße) mit ** markiert.*

Das kovarianzanalytische Modell erklärt sehr signifikant die Varianz der Skala ‚Erholsamer Schlaf‘. Die Effektstärke erreicht fast eine mittlere Größe ($\varepsilon^2=0.198$). Von den Lärmparametern besteht nur für die ‚Anzahl der Flugereignisse‘ ein sehr signifikanter, jedoch kleiner Effekt ($\varepsilon^2 \leq 0.059$). Als Kovariate weisen die Moderatoren ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘, ‚Einstellung gegenüber Flugverkehr‘ und ‚Emotionalität‘ sehr signifikante und ‚Geschlecht‘ und ‚Gesundheitssorgen‘ signifikante Auswirkungen auf den ‚Erholsamen Schlaf‘ auf. Für die ‚Überzeugung: Chancen gegen Fluglärm‘ wird nur ein Trend erzielt. Die Effektstärken der einzelnen Moderatoren ist gering ($\varepsilon^2 \leq 0.0036$).

13 Zusammenfassung der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden sowohl die Ergebnisse der statistischen Analysen mit den Befindlichkeitsdaten (Kap. 11) als auch mit den Beanspruchungs- und Erholungsdaten (Kap. 12) herangezogen. Als Grundlage für die Zusammenfassung der Ergebnisse dienen die Fragestellungen dieser Untersuchung (Kap. 6). Zunächst wird auf die speziellen Hypothesen eingegangen, um anschließend zusammenfassend die Beantwortung der allgemeinen Fragestellungen durch die Resultate vornehmen zu können. Da bei den statistischen Berechnungen entweder Bonferoni-Korrekturen oder multivariate Verfahren durchgeführt wurden, können auch verallgemeinernde Aussagen formuliert werden. Explorative Ergebnisse (für die vorher keine expliziten Hypothesen aufgestellt wurden) sind in eckigen Klammern gesetzt.

13.1 Auswirkungen von Nachtfluglärm auf Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung

Der differenzierte Nachweis von Fluglärmeffekten erfolgt über Zusammenhangshypothesen, deren Gültigkeit mittels Rangkorrelationen sowie uni- und multivariaten Varianzanalysen geprüft wurde. Darüber hinaus wird die empirische Bewährung der Unterschiedshypothesen über inter- und intraindividuelle Messwertvergleiche, die eine generelle Auswirkung von Fluglärm auf die psychischen Parameter annehmen, aufgezeigt.

13.1.1 Überprüfung der Zusammenhangshypothesen

Es konnte eine **geringe Beeinträchtigung der morgendlichen Befindlichkeit** in Abhängigkeit vom Ausmaß des nächtlichen Fluglärms nachgewiesen werden. Dabei wirkt sich die **Höhe des Mittelungspegels sowie die Anzahl der Fluglärmereignisse** auf alle drei Befindlichkeitsdimensionen, der Maximalpegel jedoch nur auf die Stimmung aus. Für eine Beeinträchtigung der Befindlichkeit durch das Ausmaß des Nachtfluglärms bis in den Abend finden sich dagegen keine Belege. Eine geringfügige Auswirkung des nächtlichen Fluglärms – allerdings nur durch die Anzahl der nächtlichen Flugereignisse – wird **für Beanspruchungsprozesse im Leistungsbereich und im somatischen Bereich und für**

Erholungsprozesse – insbesondere für die Erholungsfunktion des Schlafes – belegt. Der Mittelungspegel wirkt sich nur geringfügig auf den erholsamen Schlaf aus. Der Maximalpegel zeigt keine relevanten Effekte auf die eingeschätzte Beanspruchung und Erholung.

Anhaltspunkte für schwache Fluglärmeffekte auf die Befindlichkeit sowie die Beanspruchung und Erholung ergeben sich auch aus den Ergebnissen der multivariaten, zweifaktoriellen Varianzanalysen. Dabei spielt jedoch als Faktor nur die Anzahl der Flugereignisse, nicht jedoch der Maximalpegel oder die Interaktion dieser beiden Lärmparameter eine Rolle. Hinweise auf eine Beeinträchtigung der **Befindlichkeit** durch die Anzahl der Flugereignisse zeigen sich allein in den Dimensionen ‚Wachheit‘ und ‚Stimmung‘, aber nicht in der Dimension ‚Ruhe‘. Hinsichtlich der Befindlichkeit sind zwischen den einzelnen Abstufungen des Faktors ‚Anzahl der Flugereignisse‘ nur die **Unterschiede zwischen 0 gegenüber 32, 64 und 128, sowie zwischen 4 gegenüber 64 Flugereignissen relevant**. In uni- und multivariaten, zweifaktoriellen Analysen ergeben sich für **Beanspruchung und Erholung** nur Hinweise auf eine leichte Beeinträchtigung im Leistungsbe- reich, im körperlichen Bereich sowie im erholsamen Schlaf, die jedoch nur auf die Anzahl der Flugereignisse zurückzuführen sind. Für diese Bereiche (hauptsächlich für den Schlaf) zeigen sich relevante **Unterschiede zwischen 0, 4 und 8 Flugereignisse gegenüber 64 und 128 Ereignissen** in der Nacht.

In einer univariaten Varianzanalyse für die **Kategorien des Dauerschallpegels** (3dB-Abstände) ergeben sich ebenfalls Anhaltspunkte für eine Beeinträchtigung der Befindlichkeit in den Dimensionen ‚**Stimmung‘ und ‚Wachheit‘**. Zwischen den einzelnen Kategorien zeigen sich jedoch keine relevanten Unterschiede. Für eine Auswirkung auf die Beanspruchung finden sich keine Hinweise. Nur für die Erholung besteht ein schwacher Effekt der Stufen des Dauerschallpegels auf den **erholsamen Schlaf**. Jedoch zeigt sich wiederum zwischen keiner Abstufung ein relevanter Unterschied.

13.1.2 Überprüfung der Unterschiedshypothesen für den intraindividuellen Vergleich

Als Nachweis für die Gültigkeit der aufgestellten Hypothesen werden die Ergebnisse der Wilcoxon-Tests herangezogen:

Im Vergleich verschiedener Messzeitpunkte finden sich – allerdings nur für die Experimentalgruppe – Hinweise auf einen „**First-Night-Effekt**“ (als Gewöhnung an die Laborbedingungen) in allen Dimensionen der Befindlichkeit, im Leistungsbereich der Beanspruchung und für den erholsamen Schlaf. Daraus kann gefolgert werden, dass nach der ersten Nacht gegenüber der zweiten Nacht (Basisnacht) im Labor die Befindlichkeit und die Erholung (insbesondere im Schlaf) erniedrigt sind und die Beanspruchung erhöht ist.

Nach der **ersten Fluglärnacht** (Nacht 3) ist die Befindlichkeit in allen Dimensionen am Morgen deutlicher und bis in den Abend hinein leicht beeinträchtigt (dort nicht mehr in der Dimension der Ruhe). Ebenfalls kann eine etwas erhöhte Beanspruchung (besonders im Leistungsbereich und im somatischen Bereich) und eine leicht verringerte Erholung (betroffen ist insbesondere der erholsame Schlaf) festgestellt werden. In der Kontrollgruppe unterscheiden sich die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung im Vergleich von Nacht 2 und 3 nicht signifikant voneinander [mit Ausnahme der Beanspruchung und Erholung im sozialen Bereich].

Zwischen den Ausprägungen der psychischen Stressindikatoren nach der **ersten und der letzten (neunten) Fluglärnacht** bestehen keine signifikanten Unterschiede, außer einer verringerten Erholung im Bereich ‚erholsamer Schlaf‘ nach der letzten Fluglärnacht.

Im Vergleich der psychischen Parameter nach der **ersten Ruhenacht, die den Lärnächten folgt**, erhöht sich die **Befindlichkeit** leicht in allen Dimensionen. Dieser Effekt besteht in geringerem Maße auch für die Abendmessung. In der Kontrollbedingung ergeben sich für die Befindlichkeit keine signifikanten Unterschiede. Die **Beanspruchung** nimmt nach dieser ersten Ruhenacht nach den Fluglärnächten in fast allen Dimensionen (allgemein, emotional, sozial und Leistung) leicht ab und die **Erholung** etwas zu (mit Ausnahme des Leistungsbereichs). In der Kontrollbedingung wird eine leichte Verringerung der Beanspruchung [allerdings ist vorwiegend der Bereich ‚Ungelöste Konflikte‘ betroffen] und eine leichte Erhöhung im Bereich der somatischen und allgemeinen Erholung der letzten gegenüber der vorletzten Messung im Labor festgestellt.

Im **Vergleich der Prä- / Postmessungen** (zusammengefasste Werte von jeweils 5 Tagen vor und nach der Laborstudie) zeigen sich in der Experimentalbedingung keinerlei Hinweise auf eine signifikante Veränderung der Befindlichkeit. Nur in der Kontrollbedingung sind abends die Wachheit und die Ruhe nach der Studie signifikant niedriger als davor. Für die Unterschiedshypothesen bezüglich einer Zunahme der Beanspruchung und Abnahme der Erholung in der Post- gegenüber der Prä-Messung, ergeben sich nur Andeutungen für eine leicht erhöhte Erholung, besonders im Leistungsbereich, im körperlichen und im allgemeinem Bereich. [Entgegengesetzt der Erwartungen besteht für die Experimentalgruppe nach der Studienteilnahme eine leicht reduzierte Beanspruchung – insbesondere im Leistungsbereich, im sozialen und im somatischen Bereich. In der Kontrollbedingung ist die Erholung – insbesondere im somatischen Bereich – nach der Studie ebenfalls etwas niedriger als davor.]

13.1.3 Überprüfung der Unterschiedshypothesen für den interindividuellen Vergleich

Die Unterschiedshypothesen wurden durch die Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests überprüft:

Aus der **Unterscheidung zwischen landenden und startenden Flugzeugen** ergeben sich Anhaltspunkte auf einen geringen Einfluss dieser Variablen auf die morgendliche Wachheit [nach einer Nacht mit Geräuschen von startenden Flugzeugen leicht verringert] sowie auf die Stimmung und Ruhe am Abend hin [nach Starts leicht erhöht]. Aus den Ergebnissen für Beanspruchung und Erholung ergeben sich ebenfalls Hinweise auf eine unterschiedliche Wirkung [Fluglärm infolge von landenden Flugzeugen führt zu einer geringfügigen Zunahme der Beanspruchung im allgemeinen Bereich und einer leichten Verringerung der Erholung – außer im Leistungsbereich und für den Schlaf].

Im Vergleich der Ausprägungen der psychischen Stressindikatoren über **verschiedene Messzeitpunkte** wurden zunächst die Werte nach den Lärmnächten der **Experimentalgruppe** mit denen der **Kontrollgruppe** nach den entsprechenden Labornächten verglichen. Die Ergebnisse weisen auf eine leicht beeinträchtigte Befindlichkeit (insbesondere für Stimmung und Wachheit) und Erholung (für den erholsamen Schlaf), jedoch nicht auf eine erhöhte Beanspruchung

der Experimental- gegenüber der Kontrollgruppe hin [die Kontrollgruppe weist wiederum eine etwas höhere Ausprägung der Beanspruchung im sozialen Bereich auf].

Vor Einführung der Lärmbedingung (Basisnacht) bestehen hinsichtlich der Ausprägung der Befindlichkeit, sowie der Beanspruchung und Erholung keine Unterschiede zwischen der Kontroll- und Experimentalgruppe, ebenfalls nicht nach der **ersten Ruhenacht** (Nacht 12), die den Fluglärmnächten folgt.

Die Annahme einer eingeschränkteren Befindlichkeit und Erholung sowie einer Zunahme der Beanspruchung für die Experimental- gegenüber der Kontrollgruppe in der **Post-Messung** (gemittelte Messwerte von den 5 Tagen nach der Studie) kann an Hand der Ergebnisse nicht belegt werden [nur im sozialen Bereich bestehen Unterschiede, allerdings sind die Ausprägungen in der Kontrollgruppe höher]. Diese Differenz besteht jedoch schon an den 5 Tagen vor der Studie.

13.2 Einfluss soziodemographischer und psychologischer Moderatorvariablen

Zur Prüfung der aufgestellten Hypothesen werden wiederum die Ergebnisse der Rangkorrelationsberechnungen und der uni- und multivariaten Kovarianzanalysen herangezogen:

Für die soziodemographischen Moderatoren findet sich kein Indiz für die Hypothese, dass mit steigendem **Lebensalter** eine stärkere Beeinträchtigung der Befindlichkeit und Erholung sowie eine Zunahme der Beanspruchung bei nächtlichem Fluglärm vorliegt. [Es werden geringe gegenteilige Effekte beobachtet, die insbesondere die Wachheit als Dimension der Befindlichkeit betreffen. Den Hypothesen widersprechende Auswirkungen des Lebensalters treten jedoch auch in Beanspruchungs- und Erholungsbereichen auf, die nicht mit dem Ausmaß des nächtlichen Fluglärms zusammenhängen]. Dagegen ergeben sich keine Hinweise dafür, dass eine Beziehung zwischen dem Alter und der körperlichen Beanspruchung (die mit dem Ausmaß an Fluglärm schwach korreliert) besteht.

Die Annahme, dass das **Geschlecht** einen Einfluss auf die psychologischen Stressreaktionen nach den Fluglärmnächten hat, wurde mittels interindividueller Paarvergleiche untersucht. Aus den Ergebnissen resultieren Hinweise auf einen

geschlechtsspezifischen Unterschied in der psychischen Reaktion auf Nachtfluglärm. [Frauen zeigen eine leicht verringerte Befindlichkeit in den Dimensionen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ am Morgen und am Abend]. Die Hypothesen für die Auswirkungen dieses Moderators auf die Beanspruchung werden für die meisten Dimensionen belegt [Frauen schätzten sich insbesondere im Leistungsbereich, im allgemeinen und körperlichen Bereich als beanspruchter ein als Männer]. Für die Erholung wurde – mit Ausnahme des sozialen Bereichs [Frauen weisen dort erhöhte Werte auf] – kein Unterschied zwischen Frauen und Männern festgestellt.

Die vor Studienteilnahme erfragte **Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm** wirkt sich leicht auf alle Befindlichkeitsdimensionen am Morgen nach den Fluglärmnächten aus, wobei der Einfluss auf die Ruhe am höchsten ausfällt. Für die Hypothesen über die Auswirkungen dieses Moderators auf die Beanspruchung und die Erholung finden sich für die meisten Dimensionen Anhaltspunkte (insbesondere in den Dimensionen, auf denen sich auch schwache Nacheffekte von Fluglärm abbilden). Es bestehen geringe Einflüsse dieses Moderators auf die Erholung, insbesondere auf den erholsamen Schlaf. Aus diesen Ergebnissen kann gefolgert werden, dass mit steigender Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm die Befindlichkeit und die Erholung in den genannten Bereichen demzufolge nach den Lärmnächten im Labor leicht beeinträchtigt und die Beanspruchung etwas erhöht ist.

Die **Einstellung gegenüber Flugverkehr** wirkt sich im Sinne der Hypothesen geringfügig auf die Befindlichkeit am Morgen (in der Dimension ‚Wachheit‘) und am Abend (auf Stimmung und Ruhe), sowie auf die Beanspruchung und Erholung im allgemeinen und im körperlichen Bereich aus, wobei der Effekt auf den Erholungsbereich größer ausfällt als der auf die Beanspruchung. Mit zunehmend negativer Einstellung nehmen folglich die Befindlichkeit und die Erholung nach den Fluglärmnächten leicht ab und die Beanspruchung geringfügig zu.

Die **Einschätzung der Chancen, erfolgreich etwas gegen Fluglärm zu unternehmen (als Kontrollüberzeugung)**, weist nach den Lärmnächten einen schwachen Einfluss auf die Befindlichkeit am Morgen und Abend sowie auf die Beanspruchung (im körperlichen und allgemeinen Bereich, sowie im Leistungsbereich) und die Erholung (im körperlichen Bereich und auf den Schlaf) auf. Daraus folgt, dass eine höhere Ausprägung dieser Überzeugung sich günstig auf die Be-

findlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung nach den Fluglärmnächten auswirkt.

Die **allgemeine Lebenszufriedenheit** beeinflusst geringfügig die Befindlichkeit am Morgen und am Abend (letztere in der Stimmungsdimension) sowie die Beanspruchung und Erholung in allen Bereichen nach den Fluglärmnächten. Daraus ergibt sich ein Hinweis darauf, dass sich Auswirkungen in den psychischen Stressindikatoren des nächtlichen Fluglärms bei Menschen mit niedriger Lebenszufriedenheit etwas deutlicher zeigen.

Die **Erregbarkeit** wirkt sich schwach auf die morgendliche Befindlichkeit (insbesondere in der Ruhe-Dimension) sowie auf die Beanspruchung und etwas stärker auf die Erholung im Sinne der Hypothesen aus. Dabei sind insbesondere der körperliche Bereich sowie der Leistungsbereich betroffen. Dies kann als Indiz dafür dienen, dass Menschen, die habituell erregbarer sind, leicht erhöhte psychische Nacheffekte auf den nächtlichen Fluglärm zeigen als weniger erregbare Personen.

Das Merkmal **Gesundheitssorgen** hat als Moderator einen schwachen Einfluss auf die Stimmung am Abend sowie auf einige Bereiche der Beanspruchung (allgemein, Leistung) und der Erholung (allgemein, körperlich, sozial) nach den Fluglärmnächten. Das lässt die Annahme zu, dass Menschen, die sich habituell mehr Sorgen um ihre Gesundheit machen, etwas stärker in den psychischen Stressindikatoren auf nächtlichen Fluglärm reagieren.

Das Merkmal **Extraversion** wirkt sich als Moderator mit zunehmender Ausprägung günstig auf die Auswirkungen des nächtlichen Fluglärms auf die psychischen Stressindikatoren aus. Daraus kann abgeleitet werden, dass sich bei introvertierten Personen etwas stärkere Auswirkungen des nächtlichen Fluglärms zeigen als bei extravertierten.

Bei höherer Ausprägung des Merkmals **Emotionalität** ist die Befindlichkeit am Morgen (auf Wachheit und Ruhe) und am Abend (auf die Ruhe) und die Erholung in allen Dimensionen (am stärksten auf den somatischen und den allgemeinen Bereich) leicht beeinträchtigt. Ebenfalls ergeben sich Hinweise auf eine leichte Zunahme der Beanspruchung in allen Dimensionen (am höchsten im allgemeinen Bereich und im Leistungsbereich).

Alle in der Untersuchung eingesetzten Moderatoren zeigen – wenn auch nur geringfügige – Auswirkungen auf die psychischen Stressindikatoren, die nach den Fluglärmnächten gemessen wurden. In den Kovarianzanalysen spielen von den untersuchten Moderatoren das Alter sowie die Vorbelastung die größte Rolle für die **Befindlichkeit**, gefolgt von der Einstellung gegenüber Flugverkehr, der Erregbarkeit, der Extraversion, den Gesundheitssorgen, dem Geschlecht und der Lebenszufriedenheit. Der Einfluss der Überzeugung, dass Maßnahmen gegen Fluglärm Chancen haben sowie der des Merkmals ‚Emotionalität‘ ist vernachlässigbar.

Auf die **Beanspruchung** (Leistung und körperlich) wirken sich am stärksten das Geschlecht, das Alter und die Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm, mit Abstand gefolgt von der Erregbarkeit und der Lebenszufriedenheit, aus. Die Rolle der übrigen Moderatoren ist vernachlässigbar. Für den **erholsamen Schlaf** ist die Vorbelastung am wichtigsten, die Einstellung gegenüber Fluglärm, die Emotionalität sowie die Gesundheitssorgen spielen eine untergeordnete Rolle. Alle anderen Moderatoren sind unbedeutend.

Bei der Kontrolle der Moderatorvariablen bleiben die schwachen psychischen Nacheffekte der Anzahl der nächtlichen Flugereignisse bestehen (Partialkorrelationsanalysen, Kovarianzanalysen). Für die Gesamt-Beanspruchung und Gesamt-Erholung konnte sogar erst nach Kontrolle der Moderatoren ein **Einfluss des Mittelungspegels** nachgewiesen werden, wie auch ein weiterer schwacher Einfluss auf den Leistungsbereich der Beanspruchung (Energierlosigkeit – Unkonzentriertheit). In den Kovarianzanalysen sind die Effektstärken der wichtigsten Moderatoren etwas höher als die der Fluglärmparameter.

13.3 Rolle des psychischen Mediators ‚Belästigung‘

Für die Hypothesenprüfung werden die Ergebnisse aus den Rangkorrelationsanalysen und den uni- und multivariaten Varianz- und Kovarianzanalysen herangezogen.

Eine zunehmende Belästigung führt in allen Dimensionen zu einer **Abnahme der Befindlichkeit**. Dieser Effekt ist am Morgen nach den Fluglärmnächten von mittlerer Größe, am Abend noch nachweisbar, jedoch gering. Die **Beanspruchung** (mit Ausnahme des allgemeinen, sozialen und emotionalen Bereichs) nimmt bei stei-

gender Belästigung ebenfalls zu, die **Erholung** verringert sich in allen Bereichen, insbesondere für den erholsamen Schlaf. **Die Effekte auf die psychischen Stressindikatoren, die mit Fluglärm korrelieren, sind von mittlerer Größenordnung, die auf den weiteren Skalen sind gering.**

Die **5-stufigen Likert-Skala** und die häufig in der Lärmwirkungsforschung verwendete **11-stufige „Thermometer-Skala“** unterscheiden sich in der Korrelation mit psychischen Stressindikatoren nur unwesentlich voneinander. Deshalb wurden die weiterführende Berechnungen allein mit der skalentechnisch besseren 5-stufigen Skala durchgeführt.

In den multivariaten Varianzanalysen sind die Effekte der Belästigung auf die Befindlichkeit (bis in den Abend) sowie auf Beanspruchung und Erholung ebenfalls nachweisbar. **Die Effektstärken sind deutlich höher als bei den Modellen für die physikalischen Lärmparameter** (die Varianzaufklärung für die Stimmung beträgt 20%, für die Wachheit 25,8% und für die Ruhe 13,5%; für die Abendwerte liegt sie zwischen 1,6 und 5,5%). **Zwischen allen Faktorstufen der Belästigung ergeben sich für die morgendliche Befindlichkeit Unterschiede**, die am deutlichsten für die Wachheit ausfallen. Für die Befindlichkeit am Abend bestehen noch Unterschiede zwischen den Faktorstufen „wenig belästigt“ gegenüber „ziemlich belästigt“ und „sehr belästigt“. Auswirkungen der Belästigung auf die Beanspruchung und Erholung wurden ebenfalls nachgewiesen (insbesondere auf den Leistungsbereich, den somatischen Bereich und den erholsamen Schlaf, für die auch schwache Zusammenhänge mit der Anzahl der Flugereignisse bestehen). Die Effektstärken sind höher als die der Fluglärmparameter, jedoch immer noch gering (die Varianzaufklärung liegt zwischen 11,6 und 15,8%). **Für diese Beanspruchungs- und Erholungsbereiche wird auch eine Differenzierung zwischen allen Faktorstufen der Belästigung nachgewiesen**, für die meisten anderen bestehen Unterschiede zwischen den Stufen „nicht belästigt“ gegenüber „mittelmäßig“, „ziemlich belästigt“ und „sehr belästigt“ sowie zwischen „wenig belästigt“ gegenüber „ziemlich belästigt“ und „sehr belästigt“. **Die Beziehungen zwischen der Belästigung (5-stufig) und den psychischen Stressindikatoren sind linear** (vgl. Abb. 9 - 11 in Kap. 11 und Abb. 20 - 22 in Kap. 12). Wie ein graphischer Vergleich mit der **11-stufig-„Thermometerskala“** verdeutlicht, scheint eine **Linearität** dort **nicht gegeben** zu sein (vgl. Abb. 23 in Kap. 12).

13.4 Bedeutung von lärminduzierter Beeinträchtigung des Nachtschlafes für psychologische Nacheffekte

Die Hypothesen, die sich mit den Auswirkungen von Schlafstörungen als „sekundärer Stressor“ auf die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung befassen, wurden korrelationsstatistisch und kovarianzanalytisch überprüft. **Die Befindlichkeit am Morgen wird durch die erlebte Schlafqualität und erlebte Aufwachhäufigkeit mittelmäßig beeinflusst**, auf die abendliche Befindlichkeit kann noch ein geringer Effekt nachgewiesen werden. Für Beanspruchung und Erholung werden die Hypothesen für alle Bereiche (mit Ausnahme des sozialen Bereichs) belegt. Eine erlebte reduzierte Schlafqualität und zunehmende Aufwachhäufigkeit wirken sich beeinträchtigend auf die Befindlichkeit am Morgen und Abend sowie auf die Erholung aus. Die Beanspruchung nimmt zu. Dabei ist insbesondere der **körperliche Bereich, der Leistungsbereich und der erholsame Schlaf** betroffen. Die Zusammenhänge zwischen psychischen Stressindikatoren und quantitativen Schlafmaßen wurden, wegen der zu kleinen Datenbasis zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit, nicht untersucht.

13.5 Zusammenhang zwischen den verschiedenen Ebenen der Stressindikatoren

Für die Beziehung zu Indikatoren der Verhaltens- und Körperebene wurden nur die Bereiche der Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung untersucht, für die Fluglärmeffekte nachgewiesen werden konnten. Um die aufgestellten Zusammenhangshypothesen zu prüfen, wurden die Ergebnisse der Rangkorrelationsanalysen herangezogen.

13.5.1 Zusammenhang mit Indikatoren der Verhaltensebene – den Leistungsparametern

Die erhaltenen Korrelationen zwischen den morgendlichen Leistungsparametern und den Befindlichkeitsdimensionen sind generell von geringer Größe.

Die in den Hypothesen postulierten Zusammenhänge werden für die **Merkfähigkeit** (im MS 4 und MS 6) zwischen der Reaktionsgeschwindigkeit und der Ruhe-Dimension der **Befindlichkeit** sowie zwischen der Fehlerquote und Wachheit und Ruhe nachgewiesen, das heißt, dass eine erhöhte Unruhe mit einer verlangsamt-

ten Leistung sowie eine erhöhte Müdigkeit und Unruhe mit einer erhöhten Fehlerhäufigkeit zusammenhängen. Die übrigen Beziehungen erzielen keine Signifikanz oder sind sogar gegenläufig signifikant [Median MS 6 mit Wachheit].

Für die Hypothesen über einen negativen Zusammenhang zwischen der Reaktionsgeschwindigkeit in der **Trackingaufgabe** (Aufmerksamkeit, Feinmotorik) und der Ruhe sowie einer positiven Beziehung zwischen Streuung und Fehlerzahl (loss of control) und der Wachheit ergeben sich in aus den Ergebnissen der Korrelationsanalysen Hinweise darauf, dass eine verlangsamte Geschwindigkeit mit einer erhöhten Unruhe, sowie eine Zunahme von Fehler und Streuung mit erhöhter Müdigkeit zusammenhängen. Die anderen Beziehungen sind nicht statistisch gesichert. Für den **Reaktionszeit-Test** können geringfügig negative Beziehungen zwischen Reaktionszeit sowie Streuung und den Befindlichkeitsdimensionen ‚Stimmung‘ und ‚Ruhe‘ nachgewiesen werden. Daraus kann ein Hinweis über einen geringen Zusammenhang von verlangsamter Geschwindigkeit und ungleichmäßigerer Leistung und schlechterer Stimmung und größerer Unruhe abgeleitet werden. Ebenfalls sprechen die Ergebnisse für einen schwachen Zusammenhang zwischen zunehmender Müdigkeit und steigender Fehlerzahl in diesem Test.

Aus den Ergebnissen der Korrelationsanalysen ergeben sich Anhaltspunkte dafür, dass eine **erhöhte Beanspruchung und eine verringerte Erholung** mit einem **reduzierten Reaktionsvermögen** in schwacher Beziehung stehen. Ebenfalls ist der erwartete Zusammenhang zwischen der Streuung in der **Merkfähigkeits-Aufgabe** (nur im MS 6) sowie in der **Reaktionszeit-Aufgabe** und der Beanspruchung und der Erholung feststellbar, das heißt, eine höhere Beanspruchung und eine verringerte Erholung hängen mit einer inkonsistenteren Leistung in diesen Aufgaben zusammen. Die Reaktionszeit in der **Tracking-Aufgabe** und die Streuung und der Median im Reaktionszeittest weisen den erwarteten Zusammenhang mit dem Leistungsbereich der Beanspruchung auf. Darüber hinaus bestehen auch schwache Beziehungen zum körperlichen Bereich. Für den Bereich ‚Erholsamer Schlaf‘ ergibt sich nur ein Hinweis darauf, dass eine eingeschränkte Erholung im Bereich ‚Schlaf‘ mit einer langsameren Reaktion in der Merkfähigkeits-Aufgabe (MS 4) schwach zusammenhängen.

Die übrigen Beziehungen zwischen den Leistungs- und den EBF-Daten sind teilweise gegenläufig zu den Hypothesen [Streuung im MS 4, Standardabweichung und Fehlerquote im Tracking-Test, Fehlerquote im Reaktionszeittest]. Auch korrelieren nicht alle Leistungsparameter, für die ein Zusammenhang mit den MDBF- und den EBF-Skalen nachgewiesen wurde, mit dem nächtlichen Fluglärm.

13.5.2 Zusammenhang mit Indikatoren der Körperebene – den Hormonparametern

Für die aufgestellten Hypothesen, die eine Beziehung zwischen dem Hormonstatus im Sammelurin der Nacht und der Befindlichkeit postulieren, finden sich in den Ergebnissen nur Anhaltspunkte für Cortisol und eingeschränkt für Noradrenalin, jedoch nicht für Adrenalin. Allerdings sind diese Zusammenhänge wiederum gering. Eine **Erhöhung des Cortisols** im morgendlichen Urin hängt demnach schwach mit einer schlechteren Stimmung und größeren Unruhe am Morgen zusammen. Ein erhöhter Cortisolspiegel steht ebenfalls mit einer erhöhten Beanspruchung und einer verringerten Erholung während des Tages in Beziehung. Darüber hinaus ergibt sich aus den Ergebnissen ein Indiz für einen schwachen negativen Zusammenhang zwischen **Noradrenalin** im Sammelurin der Nacht und der Beanspruchung während des folgenden Tages.

13.6 Beantwortung der allgemeinen Fragestellungen

Für die statistische Absicherung der allgemeinen Fragestellungen werden – neben den oben erwähnten Verfahren – auch die Ergebnisse der Partialkorrelations- und der Kovarianzanalysen zugrundegelegt:

Aus den Ergebnissen lassen sich Hinweise für **direkte – jedoch geringfügige – Auswirkungen von Nachtfluglärm auf die psychologischen Stressindikatoren** Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung ableiten. Allerdings sind die Effekte – wie aufgrund der relativ kurzen Fluglärmbelastung von neun Nächten schon vermutet wurde – sehr gering. Durch die **Einbeziehung der Moderatorvariablen**, aber vor allem durch die Mediatorvariable ‚Belästigung‘ als Kovariate, wird die **Varianzaufklärung der uni- und multivariaten Modelle deutlich vergrößert**. Die Differenzierung der psychischen Nacheffekte durch die Stufen der Belästigung ist ebenfalls verbessert gegenüber den Abstufungen der Fluglärmparameter. Durch die **Berücksichtigung der Belästigung als Mediator ist der**

geringe Einfluss der Lärmparameter auf die psychischen Nacheffekte sogar nicht mehr nachzuweisen (Partialkorrelation, Kovarianzanalyse).

Für Zusammenhänge zwischen den in dieser Arbeit vorrangig untersuchten Nacheffekten der Erlebensebene mit denen der physischen Ebene (Hormonparameter) und der Verhaltensebene (Leistungsparameter) finden sich teilweise Anhaltspunkte. Allerdings sind die **Beziehungen zwischen den verschiedenen Ebenen der Stressindikatoren bestenfalls von geringer Größe**. In der Beziehung zum Hormonstatus spielt jedoch nur das Cortisol eine Rolle, im Leistungsbereich bestehen die meisten Beziehungen zu den Parametern der Reaktionszeit- und der Trackingaufgabe.

In der Frage nach der Gewöhnung an gegenüber der Sensibilisierung durch ‚Nachtfluglärm‘ ergeben sich aus den Ergebnissen folgende Hinweise: Die **beobachteten direkten Effekte des Fluglärms sind relativ kurzfristig**, die Auswirkungen auf die Befindlichkeit lassen sich nur am Morgen, jedoch nicht mehr am Abend nach den Fluglärmnächten feststellen, für die Beanspruchung und Erholung sind sie über den ganzen Tag nachzuweisen. Die Auswirkung der Belästigung auf die psychischen Stressindikatoren kann jedoch noch für die Befindlichkeit am Abend – allerdings in abgeschwächter Form – nachgewiesen werden.

Nach Beendigung der Fluglärmnächte werden keine weiterbestehenden Effekte auf die psychischen Stressparameter beobachtet. Ebenfalls ist weder intra- noch interindividuell eine Veränderung der Werte vor gegenüber denen nach der Studienteilnahme festzustellen. Eine **Gewöhnung an den Fluglärm ist ebenfalls nicht direkt zu beobachten**, da keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten nach der ersten und der letzten Fluglärmnacht vorliegen, außer für den erholsamen Schlaf, der jedoch nach der letzten Lärmnacht beeinträchtigt ist. Dies könnte auf eine Sensibilisierung in diesem Bereich hinweisen. Ebenfalls deutet der Einfluss der Moderatorvariablen ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘ auf die Befindlichkeit, die Beanspruchung und Erholung auf eine **Sensibilisierung bei längerfristigen (über die Dauer der Laborstudie weit hinausgehenden) Belastungen durch nächtlichen Fluglärm** hin.

Für die **Bedeutung einer lärminduzierten Schlafstörung als ‚sekundärer Stressor‘ für die psychologischen Nacheffekte** finden sich ebenfalls Hinweise in den Ergebnissen. Allerdings wurden als Schlafmaße nur die Selbsteinschätzungen der Versuchspersonen einbezogen, da – wie bereits erwähnt – die Datenbasis für die polysomnographisch ermittelten Schlafparameter zum gegenwärtigen Zeitpunkt zu gering ist. Die Frage, ob sich ‚objektive‘ Veränderungen der Schlafquantität und Schlafqualität schon per se auf psychische Nacheffekte auswirken oder ob diese erst durch das bewusste Erleben der Schlafstörungen (vgl. Jansen et al., 1995) – eventuell über eine Vermittlung der ‚Belastungsreaktion‘ – feststellbar sind, kann deshalb zum jetzigen Zeitpunkt nicht beantwortet werden.

14 Diskussion

14.1 Bewertung des Forschungsansatzes der STRAIN -Studien

Aufgrund der Einbettung der vorliegenden Arbeit in ein interdisziplinäres Projekt zur Erforschung der Fluglärmwirkungen auf den Menschen, wird an dieser Stelle zunächst eine kurze Bewertung der STRAIN-Laborstudien (I-III) hinsichtlich ihrer Bedeutung für die gesamte Fluglärmwirkungsforschung gegeben. Wie schon im Forschungsüberblick (s. Kap. 2) dargestellt wurde, gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen zur humanspezifischen Wirkung von Verkehrslärm (einschließlich von Fluglärm). Viele dieser Studien zeigen jedoch konzeptionelle und methodische Mängel, was in besonderem Maße für die Studien zur Erforschung der Wirkungen von Nachtfluglärm gilt. Die oft gemachten Aussagen über eine gesundheitsschädigende Wirkung sind vor diesem Hintergrund zu hinterfragen. Da außerdem die Wirkungen von Nachtfluglärm bisher noch nicht in großem Umfang und entsprechend systematisch – wie es in STRAIN geschieht – durchgeführt wurden (vgl. Neugebauer-Ortscheid, 1997), stellt die vorliegende Arbeit – neben den anderen Veröffentlichungen im Rahmen von STRAIN¹ – einen konstruktiven Beitrag innerhalb der Lärmwirkungsforschung dar.

Die bei Linnemeier (1995) aus einer kritischen Bewertung der Fluglärmstudien des Zeitraums von 1984 bis 1993 resultierenden Forderungen nach validen und vergleichbaren Studienkonzeptionen wurden in STRAIN – wie nachfolgend dargestellt – weitgehend berücksichtigt: Nach der Recherche von Linnemeier (ebd.) lag das Alter der Versuchspersonen in vielen Untersuchungen im Bereich von 18-30 Jahren, wobei Frauen meist unterrepräsentiert waren. In den STRAIN-Laborstudien I-III wurde hingegen eine Stichprobe von normalgesunden Erwachsenen mit einem ausgewogenen Anteil von Frauen und Männern (60 / 40%) über eine große Altersspanne (18-65 Jahre) untersucht.

Eine große Bedeutung für die interne Validität der STRAIN-Laborstudien spielt die Einbeziehung von Kontrollgruppen, was eine Zurückführung der ermittelten Ef-

¹ Bisherige Veröffentlichungen im Rahmen von STRAIN: Samel et al. (1999), Basner et al. (2000); Basner et al. (2001). Weitere Veröffentlichung sind nach Abschluss aller Laborstudien sowie der Felduntersuchungen ab 2003 geplant.

fekte auf den Nachtfluglärm ermöglicht. Dadurch ergibt sich eine deutliche Qualitätsverbesserung für den Forschungsstand, da bisher erstaunlicherweise die meisten Lärmwirkungsstudien auf eine Kontrollgruppe verzichtet haben oder die Ergebnisse über den Vergleich mit der Experimentalgruppe nicht aufgeführt wurden (Kap. 2). Wie später noch genauer erläutert wird, hätte eine größere Kontrollgruppe beziehungsweise eine Kontrollbedingung auch in STRAIN III die Validität der Untersuchung allerdings noch verbessern können.

Darüber hinaus erfolgte eine Kontrolle des Grundpegels und der Klimas einschließlich der Temperatur in den Schlafräumen (beide durch Konstanthalten). Den Schlafstadienanalysen lagen die Richtlinien von Rechtschaffen et al. (1968) zugrunde. Die mit großem technischen Aufwand durchgeführte Aufzeichnung von polysomnographischen, physiologischen (z.B. Körper- und Armbewegungen, Herzfrequenz, Fingerpulsamplitude, Atmung) und akustischen Daten ermöglichte eine zeitsynchrone, ereigniskorrelierte Auswertung bezüglich des eingespielten Fluglärms. Dies führte zu einem deutlich verbesserten Standard in der Messung der Auswirkungen von Nachtfluglärm auf den Schlaf, da bisherige Studien die Beeinträchtigungen des Schlafs oftmals nur über die Aktimetrie oder über eine Befragung des subjektiven Schlaferlebens erkundeten (z.B. Ollerhead, 1992; SGS, 1998).

14.2 Bewertung des psychologischen Ansatzes

Bei der Untersuchung von psychischen Stressindikatoren wurde eine stateorientierte Perspektive gewählt: „Situationists ... try to maximize behavioral variance determined by situations via experimental manipulation“ (Steyer, Ferring & Schmitt, 1992, S.79). Jedoch wurden durch die theoretische Verortung dieser Arbeit in die transaktionale Stresstheorie der ‚Lazarus-Gruppe‘ auch Trait-Variablen als Moderatoren berücksichtigt. Damit konnten die Erkenntnisse der modernen ‚latent state-trait‘ – Modelle (ebd.), die eine Einbeziehung beider Aspekte psychologischer Konstrukte für notwendig erachten, Berücksichtigung finden.

Durch die Einführung der Konzepte der ‚Befindlichkeit‘, der ‚Beanspruchung‘ und der ‚Erholung‘ in die vorliegende Untersuchung konnte eine über die bisherigen Beiträge der Fluglärmwirkungsforschung hinausgehende Operationalisierung und Bestimmung der Folgen von Nachtfluglärm auf der Erlebensebene gemacht wer-

den. Die Erkundung von psychologischen Beanspruchungsreaktionen – vor allem aber auch die Einbeziehung von Erholungsprozessen – stellte darüber hinaus einen wichtigen Zwischenschritt zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen Fluglärm und einer Reduzierung von „physischem, psychischem und sozialem Wohlbefinden“ (Definition der WHO von ‚Gesundheit‘) dar.

In einem Zitat von Babisch (2000) wird die Bedeutung von Stressindikatoren für Gesundheit / Krankheit folgendermaßen zusammengefasst: „Effekte bei Stressindikatoren besitzen zunächst keine unmittelbare klinische Relevanz. Stressindikatoren sind jedoch für die Untersuchung von Wirkungsmechanismen geeignet, da sie kurzfristig ansprechende Reaktionsparameter sind, die in der Wirkungskette vorne an stehen. ... Im Gegensatz dazu wird Risikofaktoren eine unmittelbare gesundheitliche Bedeutung beigemessen“ (S.97). In diesem Sinne können die im Modell der psychischen und physischen Wirkungen von Nachtfluglärm (Kap. 5) postulierten und größtenteils – allerdings hauptsächlich über die Belästigung als Mediator – nachgewiesene Beeinträchtigung der Befindlichkeit und der Erholung sowie die Zunahme der psychischen Beanspruchung als „Zwischenglieder“ betrachtet werden, die den Zusammenhang zwischen dem Umweltstressor ‚Nachtfluglärm‘ und seinen Folgen für die Gesundheit erhellen.¹ Die alleinige Untersuchung der Belästigungsreaktion – wie sie bisher häufig in der Lärmwirkungsforschung vorgenommen wurde – greift dagegen zu kurz, um die Wirkzusammenhänge der Folgen von nächtlichem Fluglärm zu erfassen. Bei epidemiologischen Studien ist die Deutung dieser Beziehung ebenfalls aus methodischen und konzeptionellen Gründen oft nicht möglich (Kap. 2).

Hinweise auf eine Rolle des in der vorliegenden Arbeit eingesetzten psychischen Stressindikators ‚Beanspruchung‘ als „Zwischenglied“ zwischen Belastung (z.B. durch den Stressor ‚Nachtfluglärm‘) und seinen gesundheitlichen Auswirkungen ergeben sich auch aus einer Untersuchung von Deinzer et al. (1994, zit. n. Kallus, 1995), in der die Bedeutung des über den Erholungs- und Belastungsfragebogens (EBF) gemessenen Beanspruchungsstatus als Prädiktor sowohl für psychische

¹ Darüber hinaus wird im Rahmen von STRAIN eine Zunahme der physiologischen Beanspruchung, der Schlafstörungen sowie eine Beeinträchtigung der kognitiven Leistungsfähigkeit angenommen.

und somatische Beschwerden als auch für die Krankheitsanfälligkeit in der Post-stressphase nachgewiesen werden konnte.

Darüber hinaus wurde im Untersuchungsansatz der vorliegenden Arbeit einem breiteren Verständnis von „environmental health“ des European Centre for Environment and Health (WHO, 1985 zit. n. Lercher, 1996), welches sowohl direkte pathologische Effekte als auch indirekte Wirkungen auf das physiologische, psychologische und soziale Wohlbefinden umfasst, entsprochen.

Allerdings kann aufgrund der aus der Untersuchungsdauer resultierenden kurzfristigen Belastungen durch den nächtlichen Fluglärm im Labor nicht unmittelbar auf eine Beeinträchtigung der Gesundheit geschlossen werden. Dafür steht jedoch die Aufklärung von Wirkungsmechanismen durch die psychologischen Stressindikatoren im Sinne von Babisch (2000) im Vordergrund.

Das Modell der psychischen und physischen Nachwirkungen von Nachtfluglärm stellt sicherlich eine starke Vereinfachung von komplexen und teilweise noch unerforschten Zusammenhängen dar. In einem Zitat von Fehm-Wolfsdorf (1994, S.62) wird dieser Einwand wie folgt verdeutlicht: „Die Fülle der Stressreaktionen auf subjektiver, Verhaltens- und physiologischer einschließlich endokriner Ebene entmutigt alle einfachen Versuche, ein integriertes Modell dieser Reaktionen zu entwickeln“. Die Autorin verweist auf ein Modell von Bohus et al. (1984, 1988, zit. n. ebd.), das die Steuer- und Zielfunktion des Gehirns für alle Ebenen der Stressindikation einbezieht. In den vier neurophysiologisch verankerten funktionalen Ebenen dieses Modells ergibt sich jedoch kein Hinweis auf den in dieser Arbeit hauptsächlich behandelten Erlebensbereich der Stressreaktionen.

Die Komplexität der im Modell formulierten Zusammenhänge wird auch durch verschiedene wechselseitige Abhängigkeiten der einzelnen Parameter erhöht und erschwert dadurch die Erkundung von Ursache – Wirkungszusammenhängen. So kann zum Beispiel eine Belästigungsreaktion infolge von nächtlichem Fluglärm zu einer erhöhten Cortisolausscheidung führen, die ihrerseits wieder den Schlaf beeinflusst (ebd.). Dagegen können Schlafstörungen infolge von nächtlichem Fluglärm als Stressor physiologische und psychische Reaktionen auslösen, wozu auch eine erhöhte Stresshormonsekretion gehören kann. Oder die eingeschätzte

Müdigkeit am Abend beeinflusst ihrerseits wieder das Ausmaß der Schlafstörung (vgl. Ortscheid & Wende, 2000).

Insofern kann das aus der kognitiven Stresstheorie der ‚Lazarus-Gruppe‘ abgeleitete Modell der ‚psychischen und physischen Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm‘ sicherlich als rudimentär, jedoch zum gegenwärtigen Stand der Forschung durchaus als sinnvoll für die empirische Überprüfung und konstruktive Abbildung der ‚Wirklichkeit‘ bewertet werden.

Darüber hinaus wurde das transaktionale Stressmodell der Lazarus-Gruppe bisher kaum auf psychobiologische Stresskonzeptionen angewendet (Leprow & Ferstl, 1990 zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994). Deshalb kann der empirische Nachweis der im Modell postulierten Beziehungen (allerdings in dieser Untersuchung nur in Teilbezügen) auch zwischen verschiedenen Ebenen der Stressindikatoren (jedoch nur in einer ersten Annäherung) als Erfolg gewertet werden.

14.3 Nicht berücksichtigte Moderator- und Mediatorvariablen

In einer kritischen Bewertung des Untersuchungsansatzes der Studie wird auch die Vernachlässigung von eventuell relevanten Moderatoren und Mediatoren begründet und diskutiert. Eine Begrenzung auf die am wichtigsten erscheinenden Parameter war insofern sinnvoll, um eine Übersichtlichkeit der Untersuchung zu wahren, beziehungsweise um die Aussagefähigkeit der statistischen Analysen wegen kleiner Zellenbesetzungen nicht einzuschränken. Im Folgenden wird erläutert, warum die entsprechenden Variablen nicht berücksichtigt wurden:

Die Variable ‚Wohndauer‘ (van Hulzen & Coenen, 1982) ist innerhalb eines Laborversuchs unbedeutender als in Feldstudien, in denen sich in Abhängigkeit von der Wohndauer in einem fluglärmbelasteten Gebiet bestimmte Reaktionen auf den nächtlichen Fluglärm manifestieren können. Außerdem wurde die eingeschätzte Fluglärmvorbelastung als Moderatorvariable in der vorliegenden Studie berücksichtigt. Eine Unterscheidung hinsichtlich der ‚Mobilität‘ (Miets- oder Eigentumsverhältnis) wurde ebenfalls nicht vorgenommen. Allerdings ergaben sich bezüglich der Belästigung nur geringfügige Unterschiede bei dieser Unterteilung (Umweltbundesamt, 1998; zit. n. Ortscheid & Wende, 2000).

Auf eine Einbeziehung des sozialen Status (z.B. als Bildung, Einkommen) in die Hypothesenbildung wurde verzichtet, da er nur eine unbedeutende Rolle im Zusammenhang mit Reaktionen auf Verkehrslärm spielen soll (z.B. SGS, 1999).

Die ‚Überzeugung, dass Fluglärm gesundheitsschädlich ist‘ soll als Moderatorvariable ebenfalls von Bedeutung sein (Griefahn & Gros, 1985; Maschke, 1992). Sie steht auch in der Nähe des ‚primary appraisal‘-Konzepts (der Bewertung des Stressors entweder als irrelevant, als Gefahr, als Herausforderung oder als Verlust) der transaktionalen Copingtheorie. Auf eine Berücksichtigung dieses Parameters wurde verzichtet, da schon der Personenfaktor ‚Gesundheitssorgen‘ und die tägliche Erfassung der ‚Belästigung‘ (s. unten) in die Studie einbezogen wurde und damit die Anzahl der Moderatoren und Mediatoren übersichtlich bleibt. Durch die große Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit, die vor allem vermuteten gesundheitlichen Schäden durch Nachtfluglärm zukommt (s. Maschke, 1992; 1995; Zeitungsartikel: z.B. Kölner Stadt-Anzeiger vom 18.02.2002), könnte es demnach in nachfolgenden Studien sinnvoll sein, diese Überzeugung als Mediator für Lärmeffekte einzubeziehen.

Das Beschwerdeverhalten wurde nicht berücksichtigt, da es als ein unreliabler Indikator für Umweltstressoren gilt und von vielen anderen sozio-psychologischen Faktoren bestimmt wird (Borsky, 1979).

Auf die Unterscheidung hinsichtlich der persönlichen Nutzung des Verkehrsmittels ‚Flugzeug‘ wurde verzichtet. Laut einer Umfrage des Umweltbundesamtes (1998, zit. n. Ortscheid & Wende, 2000) spielt dieser Parameter für die Belästigung durch Fluglärm auch eine zu vernachlässigende Rolle.

Situationsfaktoren wie Vorhersagbarkeit und Kontrollierbarkeit der Lärmereignisse, deren moderierender Einfluss auf Nacheffekte von Lärm belegt ist (Glass & Singer, 1972b), spielen in einer Laborstudie keine so bedeutende Rolle wie in einer Felduntersuchung (dort ist der Handlungsspielraum größer). Um diese Variablen jedoch im Labor zu kontrollieren, durften die Versuchspersonen keinen Zeitgeber im Schlafraum haben, auf dem sie eventuell die regelmäßige Abfolge der Flugereignisse hätten feststellen können.

Kontrollüberzeugungen im Sinne von Personenmerkmalen wurden nicht erfasst. In dieser Untersuchung wurde nur die ‚Überzeugung, dass Maßnahmen gegen Flug-

lärm erfolgreich sind', einbezogen. Wie die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, spielt sie jedoch im Vergleich zu anderen Moderatoren eine untergeordnete Rolle. Kontrollüberzeugungen stellen jedoch wichtige psychische Moderatorvariablen in der Auseinandersetzung mit dem Stressor dar (vgl. Lercher, 1996). Allerdings ist der Handlungsspielraum der Versuchspersonen im Labor begrenzter als der von Flughafenwohnern und die Bedeutung dieses Merkmals auch geringer, da die Lärmexposition im Labor nur von begrenzter Dauer ist. Für die Feldstudien im STRAIN-Projekt wäre daher eine Erfassung von internalen und externalen Kontrollüberzeugungen als Personenmerkmale (Krampen, 1982; 1989) sinnvoll.

Ebenfalls wurde das Personenmerkmal Ängstlichkeit als Moderator nicht berücksichtigt, dessen Bedeutung für die Belästigungsreaktion als emotionale Komponente jedoch in verschiedenen Studien belegt wurde (Gunn et al. 1981; Schönpflug, 1987 zit. n. Wieland-Eckelmann & Baggen, 1994). Für eine Vernachlässigung dieses Moderators spricht jedoch das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung, dass sich Fluglärmeffekte nicht auf dem emotionalen Bereich der Beanspruchung und Erholung – mit dem die Ängstlichkeit in Beziehung stehen könnte (vgl. Guttman & Etlinger, 1973; Folkman et al., 1986) – abbilden.

Auf eine Einbeziehung der Lärmempfindlichkeit als Moderatorvariable, wie sie häufig in der Lärmwirkungsforschung vorgenommen wird (z.B. Griefahn, 1985), wurde in dieser Studie verzichtet, da sie kein einheitliches Konzept darstellt (Job, 1999). Einige Untersuchungen deuten darauf hin, dass Lärmsensitivität eher Ausdruck einer manifestierten psychischen Vulnerabilität ist. So wurde beispielsweise ein höherer Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und „neurotischen Tendenzen“ (Berglund et al., 1995) und psychiatrischen Störungen als zwischen diesem Parameter und den physikalischen Lärmbelastungen entdeckt (Berglund et al., 1999). Dadurch besteht für die „Lärmsensitivität“ die Gefahr einer Zirkularität, so dass Groll-Knapp und Stidl (1999) davor warnen, „... dass dieser Begriff nicht leichtfertig immer dann verwendet wird, wenn keine richtige Erklärung verfügbar ist“ (S. 26). Anstelle der Lärmempfindlichkeit wurden in dieser Arbeit einige in der Persönlichkeitspsychologie bewährte und valide mit dem FPI-R erhobene Trait-Merkmale einbezogen. Eine besondere Nähe zur ‚Lärmempfindlichkeit‘ dürfte da-

bei für das Personenmerkmal ‚Emotionale Stabilität‘ (in ihrer negativen Ausprägung als Ausdruck von psychischer Vulnerabilität) bestehen.

14.4 Bewertung des Untersuchungsdesigns

Bei dem Untersuchungsplan handelt es sich um eine in der Praxis gängige Mischform von „between-groups-“ und „within-groups-Design“. Sarris (1992b) beschreibt diese Entwicklung mit folgenden Worten: „... wohingegen sich heute eine Forschungsstrategie durchgesetzt hat, die von beiden Designtypen im Sinne einander ergänzender Funktion Gebrauch macht“ (S.83). Nach Sarris hat diese Kombination den Vorteil geringerer Datenstreuung, so dass die Effekte klarer nachweisbar sind. Als weiterer Vorteil des verwendeten „Misch-Designs“ (ebd.) kann die Kombination von Fall-Kontroll-Studie und Mehrfacherhebung herausgestellt werden, durch die der Forderung nach einer Untersuchung des Ausgangszustandes (vgl. Kallus & Erdmann, 1994) Rechnung getragen wird. Für die Mehrfacherhebung spricht auch ein Ergebnis zur Strukturaufklärung des MDBF von Eid et al. (1994), das besagt; „dass Personen beim erstmaligen Ausfüllen des Fragebogens Schwierigkeiten haben, oder dass sich ihr individuelles Stimmungskonzept noch nicht herausgebildet hat. Beide Ursachen dürften sich (im Sinne eines Neuheitseffekts) zu späteren Messzeitpunkten weniger stark auswirken“ (S.231). Darüber hinaus kann die Bedeutung der Wiederholungsmessung für die Erforschung von Sensibilisierungs-, Kumulierungs- und Dämpfungseffekten (vgl. Kallus & Erdmann, 1994) hervorgehoben werden. Allerdings ist ein Nachteil, dass Carry-over-Effekte (Wechselwirkung zwischen UV und Bedingungsabfolgen) auftreten können (ebd.), die jedoch in dieser Studie durch die zufälligen Abfolgen der Fluglärmbedingungen in den verschiedenen Untersuchungs Nächten und über verschiedene Versuchspersonengruppen hinweg eingeschränkt werden sollten.

Die Konzeption der Untersuchung als Doppel-Blind-Studie erhöht ihre interne Validität. Jedoch gibt es kein ‚Lärm-Placebo‘, so dass den Personen in der Kontrollbedingung das Fehlen von nächtlichem Fluglärm mit der Zeit auffällt. Allerdings war es erstaunlich, dass einige Versuchsteilnehmer dennoch meinten, Fluglärm in der Nacht gehört zu haben und auch die mittlere Belästigungsreaktion in der Kontrollgruppe bei „nicht belästigt“ mit Tendenz zu „wenig belästigt“ lag. Dies deutet darauf hin, dass die Wahrung des Doppel-Blind-Designs durchaus ge-

lungen ist. Eingeschränkt wird dieser Ansatz jedoch dadurch, dass alle Beteiligten wissen, dass es sich bei den ersten beiden Nächten um Gewöhnungsnächte handelt. Darüber hinaus wussten einige der Versuchsleiter und –leiterinnen, dass in den letzten beiden Nächten zwecks Untersuchung von Nacheffekten ebenfalls kein Fluglärm eingespielt wurde. Sie waren jedoch instruiert, dass gleiche Prozedere wie sonst durchzuführen (akustische Workstation hochfahren, Boxen einschalten etc.). Den Versuchspersonen wurde die Information über die letzten beiden lärmfreien Nächte nicht gegeben, um ihre Erwartungshaltung nicht zu beeinflussen.

Der zusätzliche Untersuchungsaufwand durch die Datenerhebung an jeweils fünf Tagen vor und nach der Laborstudie war insofern gerechtfertigt, als einer Forderung von Kallus (1992) nach einer Messung des „Ausgangszustands“ entsprochen wurde. Somit konnten für die Ergebnisse, insbesondere des intraindividuellen Vergleichs, aber auch des Vergleichs von Kontroll- und Experimentalgruppe, über eine Mittelung der Werte eine höhere Validität erzielt werden.

14.5 Bewertung der statistischen Methoden

Eine optimale Stichprobengröße für die Teststärke der jeweiligen statistischen Verfahren wurde besonders im Falle der Kontrollgruppe nicht erreicht. Allerdings ergibt sich aus den Ergebnissen des Vergleichs der Kontroll- und Experimentalgruppe vor Einführung der Fluglärmbedingung, dass sich die beiden Stichproben in der Ausprägung der wichtigsten Moderator-, Mediator- und Reaktionsvariablen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Dies ist insofern von großer Bedeutung für die Validität der Ergebnisse dieser Untersuchung: Mögliche Unterschiede zwischen der Experimental- und der Kontroll-Gruppe in der Ausprägung der untersuchten Parameter vor der Studie hätten die Interpretation der Unterschiede während oder nach der Studie erschwert, da „bestimmte Merkmale beziehungsweise Merkmalskombinationen einen Einfluss auf die später erhobenen Daten“ haben könnten (Kallus, 1995).

Durch den Einsatz von Bonferoni-Korrekturen wurde die Testung von Globalhypothesen, beispielsweise, ob die Befindlichkeit durch die Lärmbedingungen beeinträchtigt wurde, möglich und führte insofern zu allgemeineren Aussagen über die Wirkungen des nächtlichen Fluglärms. Darüber hinaus ist eine konservativere

Testung der Hypothesen bei der geringen Größe der Effekte angemessen. Als weiterer Vorteil dieses Korrekturverfahrens kann auch eine Untersuchung zur Strukturaufklärung des MDBF von Eid et al. (1994) angeführt werden, „dass die latenten Variablen der Subskalen „beträchtlich miteinander korreliert sind“ (S.230) und insofern auch Aussagen über die Veränderung der Befindlichkeit insgesamt sinnvoll sind.

Als Begründung für den Einsatz von statistischen Methoden, die auf linearen Modellen beruhen, können die Ergebnisse von Untersuchungen in der Lärmwirkungsforschung, die über einen weiten Lärmbereich einen linearen Zusammenhang zwischen Fluglärmmaßen und ihren physiologischen und psychologischen Auswirkungen belegen, herangezogen werden (z.B. Griefahn, 1978; 1990; Pichot, 1992; Oliva, 1998; SGS, 1998; Jewett et al., 1999). Aus den graphischen Darstellungen (s. Abb. 10 – 12 in Kap. 11 und Abb. 20-22 in Kap. 12) der Faktorstufen der ‚Belästigung‘ (5-stufige Skala), dessen Effektstärke von mittlerer Größe ist, zeigen sich ebenfalls lineare Zusammenhänge, die zwischen den kleineren, auf die Fluglärmparameter zurückgehenden Effekten, noch nicht erkennbar sind.

Bei der Testung der Unterschiedshypothesen wurden nonparametrische Verfahren (Wilcoxon-Test, Mann-Whitney-U-Test) der Vorzug vor Varianzanalysen mit Messwiederholung gegeben, weil die Fragestellungen mit diesen Verfahren hinreichend beantwortet werden konnten und durch die sich stark unterscheidenden Gruppengrößen von Kontroll- und Experimentalgruppe varianzanalytische Verfahren nicht sinnvoll gewesen wären. Außerdem ist für ein reines Messwiederholungsdesign die Gruppengröße zu klein, da immer nur acht Versuchspersonen das gleiche Treatment erhielten.

Durch den Einsatz der Varianzanalyse ohne Messwiederholung bei vorliegendem „Misch-Design“ konnte nicht jeder Faktorstufe eine eigene Zufallstichprobe zugewiesen werden: Diese Verletzung führt zu progressiven Entscheidungen, das heißt, der Alpha-Fehler nimmt zu (Bortz, 1999). Dem kann jedoch gegenüber gestellt werden, dass die ermittelten Fluglärmeffekte durch die wiederholten Messungen vermutlich verringert wurden (Carry-over-Effekte, gleiche Antworttendenzen). Auch wurde die Voraussetzung der Normalverteilung der Messwerte nicht erfüllt (s. deskriptive Analysen, Kap. 11 und 12). Jedoch weisen die MDBF-

und EBF-Daten eher schmalgipflige, schiefe Verteilungen auf, die die Teststärke der Varianzanalyse sogar erhöhen (ebd.). Darüber hinaus wurde bei nicht erfüllter Varianzhomogenität die Alpha-Signifikanz auf $\alpha \leq .01$ gesenkt. Außerdem wird die Varianzanalyse gerade bei einer größeren Stichprobe, wie sie in dieser Studie untersucht wurde, als ein robustes Verfahren gegenüber Verletzungen beschrieben (Bortz, 1999).

Da durch die Ergebnisse der Korrelationsanalyse beziehungsweise der Varianzanalysen kein Nachweis über eine direkte Kausalität, sondern nur über eine gemeinsame Variation erbracht wird, wurden Ursache-Wirkungszusammenhänge inhaltlich im Rahmen der Copingtheorien und des daraus abgeleiteten Modells der psychischen und physischen Wirkungen von Nachtfluglärm sowie aus der zeitlichen Abfolge (die Messung der psychischen Merkmale lag zeitlich nach den Lärmnächten) begründet.

14.6 Kritik an der Operationalisierung von Fluglärm

Bei den in dieser Untersuchung verwendeten Pegelmaßen, der Häufigkeit der Flugereignisse sowie der Unterscheidung zwischen den Geräuschen von startenden und landenden Flugzeugen handelt es sich zwar um allgemein übliche und praktische Lärmmaße, jedoch wurden nicht alle für die Nacheffekte relevanten Lärmcharakteristika (z.B. Zeitvariation, Frequenzbereiche, Lautheit) dadurch berücksichtigt (vgl. Berglund et al., 1999, S. 29). Deshalb wäre es durchaus sinnvoll für spätere Arbeiten im Rahmen des STRAIN-Projekts, zusätzliche Lärmparameter mit einzubeziehen.

Die Einspielung einer bestimmten Anzahl von gleichen Fluggeräuschen in einer Labornacht ist darüber hinaus „realitätsfern“. Dabei kommt die Problematik der Unvereinbarkeit von hoher externer mit hoher interner Validität zum Tragen, wobei in den STRAIN-Laborstudien eine möglichst hohe interne Validität angestrebt wurde. Durch die Validierung der Ergebnisse der Laborstudien mit denen in den angelaufenen und über ein Jahr durchgeführten Feldstudien kann die Synthese beider Validitätskriterien gelingen. Darüber hinaus wäre durch die Einspielung von verschiedenen Fluggeräuschen in einer Nacht die Untersuchung der Lärmeffekte zu unübersichtlich geworden, da eine genaue Zuordnung von Maximalpegel und Häufigkeit zu Ausprägungen der Nacheffekte nicht möglich gewesen wäre. Auch

in anderen Laborstudien zur Untersuchung des nächtlichen Fluglärms wurde der Maximalpegel der Lärmereignisse in einer Untersuchungsnacht nicht variiert (vgl. Kap. 2.1).

Weiterhin ist kritisch zu hinterfragen, ob durch die gleichen Abstände der Fluglärmereignisse in einer Nacht diese eventuell von den Versuchspersonen antizipiert werden können. Bei der Bedeutung, die die psychologischen Moderatorvariablen ‚Kontrollierbarkeit‘ und ‚Vorhersagbarkeit‘ spielen (vgl. Glass & Singer, 1972b), würden die Fluglärmeffekte damit wahrscheinlich vermindert werden. Um diese Vorhersagbarkeit zu vermeiden, war es den Versuchspersonen nicht erlaubt, einen Zeitgeber im Schlafraum zu haben. Da das psychische Zeitempfinden sich vom ‚objektiven‘ – gerade auch während des Schlafes – stark unterscheiden kann, ist somit die Gefahr der Vorhersage minimiert.

Bei der Berücksichtigung des fluglärmbezogenen Mittelungspegels in dieser Untersuchung ist zu bedenken, dass er vermutlich nicht der menschlichen Wahrnehmung von Umweltlärm entspricht (Berglund et al., 1999, S.35). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung deuten ebenfalls darauf hin, dass der Parameter ‚Anzahl der Lärmereignisse‘ einen wichtigeren Prädiktor für psychische Nacheffekte darstellt als der Mittelungspegel.

14.7 Kritik an den Messinstrumenten

Für die vorliegende Untersuchung wurden für die Erfassung der psychischen Stressindikatoren Instrumente mit dem Fokus der Messung von situativen Variablen gelegt, wodurch jedoch die gleichzeitige Messung von Traitaspekten letztlich nicht ausgeschlossen werden kann: „... most psychological attributes have both state and trait components“ (Steyer et al., 1992, S. 81).

Steyer (ebd.) beschreibt den Anspruch an ein Messinstrument zur Erfassung von State-Aspekten mit folgenden Worten: „Trait measures should be affected as little as possible by occasion-specific effects, whereas state measures should be as sensitive as possible to such transient influences.“ Durch die Untersuchungen der Gütekriterien des MDBF und des EBF kann diese Forderung als weitgehend erfüllt betrachtet werden (vgl. Kallus, 1992; 1995; Eid et al., 1994; Steyer et al., 1997).

14.7.1 Kritik am Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)

„Bewertet man die drei Befindlichkeitsskalen nach den Kriterien der Klassischen Testtheorie und deren Erweiterung zur Erfassung der Situationsabhängigkeit ..., so erfüllen alle drei Subskalen die Bedingungen, die an ein reliables, valides und änderungssensitives Testinstrument gestellt werden“ (Steyer et al., 1997). Dazu trägt auch die Erhebung der Gütekriterien an einer breiten Population bei, die ungefähr – hinsichtlich der Verteilung von Alter und Geschlecht – der Stichprobe der vorliegenden Untersuchung entspricht.

Die unter Kapitel 8 aufgestellten Kriterien an ein Messinstrument zur Erfassung der Befindlichkeit wurden, mit Ausnahme einer externen Validierung mittels physiologischer Daten, alle erfüllt. Allerdings wurde dieser vernachlässigte Aspekt bei keinem der üblichen Befindlichkeitsfragebögen berücksichtigt. Die State-Konzeption des MDBF ist darüber hinaus von Vorteil, um über die Studienergebnisse zu allgemeinen, weitgehend personen-unabhängigen Aussagen zu kommen.

Deinzer (1992) weist darauf hin, dass in der Instruktion von Befindlichkeitsfragebögen die Frage nach dem aktuellen Befinden schon zu einer Änderung der Aktivierung führen könne und die Ergebnisse somit verfälsche und schlägt eine retrospektive Einschätzung der Befindlichkeit kurz vor dem Ausfüllen des Fragebogens vor. Dieser Einwand ist zwar berechtigt, es handelt sich jedoch um eine immanente Problematik bei der Datenerfassung.¹ Bei einer rückwirkenden Einschätzung können wieder andere Verfälschungen eine Rolle spielen, zum Beispiel was die jeweilige Person unter dem Zeitraum kurz vor dem Ausfüllen versteht (vgl. Hippler, 1999).

Die Frage nach der Validität bei der Messung von Befindlichkeit ist mit der Problematik der „Polarität“ verknüpft. Für die im MDBF konzipierten drei Dimensionen Stimmung, Wachheit und Ruhe finden sich Belege in einer Untersuchung von Bond & Lader (1974), in der faktorenanalytisch aus einer Liste von bipolaren ‚Befindens‘-Adjektiven die Dimensionen ‚alertness‘, ‚contentmentness‘ und ‚calmness‘

¹ Dass es sich nicht nur um eine Problematik von ‚subjektiven‘ Erhebungen, sondern auch um eine der Datenerfassung in den ‚harten‘ Wissenschaften handelt, hat der Physiker Heisenberg in seinem „Unschärfe-Theorem“ verdeutlicht: durch die Messung verändert sich der Untersuchungsgegenstand. Deshalb werden die Begriffe ‚subjektiv‘ und ‚objektiv‘ in der vorliegenden Arbeit – wenn sich ihre Verwendung nicht vermeiden lässt - in Anführungszeichen gesetzt.

extrahiert wurden. Auch entsprechen die Ergebnisse einer Faktorenanalyse für ordinale Daten in einer Untersuchung der Polarität des MDBF von Eid et al. (1994) der theoretischen angenommenen Struktur. Allerdings wurde eine bipolare Struktur nur für die Stimmungsskala bestätigt. Die Autoren diskutieren verschiedene Ursachen, die teilweise in der Konstruktion der Fragebögen begründet sind, aber auch in der Länge des Beurteilungszeitraumes oder der Unangemessenheit des mathematischen Modells. Die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse entsprechen ebenfalls einer dreifaktoriellen, bipolaren Struktur, allerdings ist die Wachheitsskala inhomogen (ebd.)

Als Resümee einer Untersuchung der Frage nach der ‚Bipolarität‘ von Befindlichkeitsskalen empfehlen Eid et al. (1994) die Anwendung des MDBF zur Erfassung der drei Befindlichkeitsbereiche aufgrund seiner Gütekriterien. Im Rahmen der Latent-Trait-State-Modelle kann die Bipolarität der Skalen eher für den State-Aspekt und die Interaktion Person-Umwelt angenommen werden als für den habituellen Aspekt der Befindlichkeit (ebd.). Durch den Fokus der vorliegenden Untersuchung auf eine Zustandsdiagnostik der Befindlichkeit dürfte demnach der Einsatz des MDBF als bipolares Instrument gerechtfertigt sein. Darüber hinaus kann sich der wiederholte Einsatz des MDBF in der vorliegenden Untersuchung für eine bipolare Datenstruktur als günstig erwiesen haben, da sich nach Eid. et al. (1994) ein bipolares Stimmungskonzept bei den Versuchspersonen erst herausbilden muss. Ebenso wird die „Offenheit ... als ein Faktor angesehen, der die Polarität einer Stimmungsskala beeinflussen kann“ (ebd.). Der vorliegenden Untersuchung kommt in diesem Zusammenhang zu Gute, dass Personen, die im FPI zu geringe Offenheitswerte zeigten, bei der Probandenauswahl ausgeschlossen wurden.

Kritik kann auch an der Einbeziehung von Items, die sich auf andere Konstrukte als ‚Stimmung‘ beziehen, zum Beispiel auf Zufriedenheit oder Glück, geübt werden. In einer Untersuchung dieser speziellen Items durch Eid (1995; N=548) wurde nachgewiesen, dass positive Stimmungszustände eher von situationalen, beziehungsweise von interaktionalen Bedingungen abhängen, das heißt, sie sind situationsabhängiger als negative Stimmungszustände.

Als großer Vorzug des MDBF kann seine klare Konzeption und sein zeitökonomischer Einsatz (was Ausfüllen und Auswerten betrifft) in dieser Studie angeführt werden. Auch bei Messwiederholung (morgens und abends an 23 Tagen hinter-

einander) kann somit davon ausgegangen werden, dass sich aufgrund der kurzen Auswertungszeiten kein Motivationsverlust bei den Versuchspersonen einstellte.

14.7.2 Kritik am Erholungs- und Belastungsfragebogen (EBF)

In der Entwicklung des EBF stand die Auffassung von „Überbeanspruchung und Stress als Resultat einer transaktionalen Beziehung von Bedingungen und aktiv bewertenden Personen“ (Kallus, 1995, S. 16) im Mittelpunkt. In dieser Hinsicht stellt der EBF ein Instrument dar, das sich hervorragend in die theoretische Konzeption dieser Arbeit einfügt. Durch die mehrdimensionale Konzeption von Beanspruchung und Erholung konnten für den wiederholten Einsatz des Fragebogens in dieser Studie sowohl quantitative als auch qualitative Auswirkungen von ‚Nachtfluglärm‘ (auf den verschiedenen Bereichen der Beanspruchung und der Erholung) festgestellt werden.

Allerdings kann an der Benennung des EBF (wie an früherer Stelle schon) kritisiert werden, dass nicht zwischen der verursachenden Bedingung ‚Belastung‘ und ihrer Folge ‚Beanspruchung‘ unterschieden wird. Ebenfalls ist die Benennung der Unterskalen durch Doppelbegriffe manchmal problematisch, weil die Begriffe unterschiedlichen psychologischen Konstrukten zugeschrieben werden können (Bsp.: ‚Allgemeine Erholung – Wohlbefinden‘, ‚Ungelöste Konflikte – Erfolglosigkeit‘, ‚Allgemeine Belastung – Niedergeschlagenheit‘). Eine weitere Kritik an der Konstruktion richtet sich gegen eine unzureichende Vermeidung gerichteter Antworttendenzen, da nur zwei Items umgekehrt gepolt wurden. Dies könnte unter anderem auch zu schiefen Verteilungen der EBF-Daten beigetragen haben.

Somit ist auch die klare Zuordnung der Unterskalen, beispielsweise zum Leistungsbereich oder dem körperlichen Bereich – wie von den Testautoren intendiert, für diese Skalen eingeschränkt. In der vorliegenden Untersuchung bilden sich die Fluglärmeffekte allerdings auf den Unterbereichen der Beanspruchung und der Erholung ab, in denen eine Zuordnung unproblematisch ist.

Der EBF wurde für die „verhaltensnahe“ Einschätzung des Beanspruchungs- und Erholungsstatus konzipiert. Dadurch sollten „Effekte generalisierter Selbstdarstellung, Einflüsse im Sinne sozialer Erwünschtheit und zeitstabiler Persönlichkeitsmerkmale sowie von Einstellungen reduziert werden“ (Kallus, 1995, S.20). Da der EBF jedoch für eine Einschätzung über einen Zeitraum der jeweils

letzten drei vergangenen Tage konzipiert wurde, war die Häufigkeitseinschätzung für die Beantwortung der einzelnen Items bei der täglichen Verwendung des EBF im Rahmen dieser Untersuchung nicht immer sinnvoll. Bei Nachfragen der Versuchspersonen wurden diese aufgefordert, eine Einschätzung nach ihrem Empfinden vorzunehmen, dadurch hat möglicherweise der Bewertungsaspekt gegenüber der verhaltensnahen Selbstbeobachtung mehr Relevanz erhalten. Eventuell haben durch den täglichen Einsatz des Fragebogens Testwiederholungs-Effekte an Einfluss gewonnen, da die Retest-Reliabilität nach 24 Stunden (allerdings nur für die Kurzform EBF-A nachgewiesen) noch sehr hoch sein könnte (ebd.). Das hätte dann eine Unterschätzung der beobachteten Effekte des nächtlichen Fluglärms zur Folge gehabt.

Für den täglichen Einsatz des EBF in seiner Langform ist jedoch noch ein eventueller Motivationsverlust beim Ausfüllen zu bedenken. Die Versuchspersonen wurden jedoch auf die Wichtigkeit eines sorgfältigen Ausfüllens schon vor der Studienteilnahme hingewiesen. Während des Laborversuchs wurden die Fragebögen auf vollständige Beantwortung kontrolliert. Darüber hinaus sollte die Motivation der Versuchspersonen durch eine Extra-Vergütung an den fünf Tagen vor und nach der Studie gestärkt werden.

Durch den Einsatz des EBF konnten – auch in Anbetracht der oben aufgeführten Mängel – die Kriterien an ein Instrument zur Messung der Beanspruchung und Erholung (s. Kap. 8.1.2) gestellt wurden, weitgehend als erfüllt betrachtet werden.

14.8 Kritik an der Auswahl der Lärmparameter

Die technischen Forderungen von Linnemeier (1995) hinsichtlich der Laborbedingungen wurden berücksichtigt, indem für die Pegelmaße eine A-Bewertung der Fluggeräusche zugrunde gelegt wurde. Allerdings sind A-bewertete Lärmmaße nicht gut für die Erfassung von tieffrequenten Anteilen eines Fluggeräusches, die erheblich zur Belästigung beitragen, geeignet (Berglund et al., 1999). Dennoch wurde in dieser Studie aus Gründen der Vergleichbarkeit mit anderen Studien auf eine A-Bewertung nicht verzichtet. Darüber hinaus wurde durch die Berücksichtigung der Unterscheidung zwischen startenden und landenden Flugzeugen, die jeweils unterschiedliche Frequenzspektren aufweisen, der Nachteil der A-Bewertung etwas ausgeglichen. Messtechnisch wurde die Bestimmung anderer

eventuell relevanter Lärmmaße (z.B. der Frequenzanteile oder der psychoakustischen Charakteristika) zwar durchgeführt, jedoch wegen der Übersichtlichkeit eine Eingrenzung auf die in der Lärmwirkungsforschung üblichen Pegelmaße und Mittelungspegel sowie die Häufigkeit der Flugereignisse vorgenommen. In nachfolgenden Untersuchungen könnte die Einbeziehung weiterer psychoakustischer und akustischer Parameter der Fluggeräusche zu einer vertiefenden Erkundungen der Lärmwirkungen führen (vgl. Berglund, Hassmen & Job, 1996; Fidell, 2000).

Die Dauer der Fluggeräusche wurde nur insofern berücksichtigt, als dieser Parameter auch in die Berechnung des Mittelungspegels mit eingeht (s. Kap. 4). Allerdings verweist Jansen (1986, 1995) auf ein Resultat der DFG-Studie (Rohrman, 1974), in dem sich zeigt, dass die Dauer eines Fluglärmereignisses zumindest für physiologische Reaktionen unerheblich ist.

Aus den gerade gestarteten Feldstudien ergibt sich der Hinweis, dass Fluglärm mit niedrigerem Maximalpegel als 50 dB(A) eventuell im Labor noch eingesetzt werden müsste und dafür auf sehr hohe Pegel, wie 80 dB(A) verzichtet werden könnte, um eine noch realistischere Wiedergabe der Situation von Flughafenwohnern zu simulieren. Allerdings schlafen die bisher untersuchten Versuchspersonen der Feldstudien wegen der Jahreszeit meist mit geschlossenem Fenster, so dass weitere Studien über das ganze Jahr berücksichtigt werden sollten, um die Bedingungen in der letzten Laborstudie im Frühjahr 2003 zu modifizieren

14.9 Kritik an der Stichprobe

In der vorliegenden Arbeit wurde eine (hinsichtlich ihrer körperlichen und psychischen Verfassung) ‚normalgesunde‘ Bevölkerungsstichprobe untersucht. Aussagen zu ‚besonders sensiblen Personengruppen‘¹ (Kinder, alte Menschen und Kranke) können damit nicht gemacht werden. Jedoch konnten Effekte des Faktors ‚Alter‘ durch die große Spannweite von 18-65 Jahren sowie des Faktors ‚Geschlecht‘ durch ein ausgewogenes Verhältnis von Frauen und Männern in der Stichprobe untersucht werden.

¹ Vgl. die Studienübersicht von Groll-Knapp & Stidl (1999, S.20)

Bei der Frage, ob ein Schluss auf die Grundgesamtheit zulässig ist (s. Neugebauer & Ortscheid, 1997, S.112), muss einschränkend festgestellt werden, dass in der „angefallenen“ Stichprobe (Bortz, 1999) eine höhere Schulbildung vorliegt als in der Normalbevölkerung. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich aufgrund der Aufwandsentschädigung für die Studienteilnahme und der größeren zeitlichen Unabhängigkeit viele Studierende für die Studienteilnahme bewarben. Allerdings wurde infolge des großen Anteils von jungen Interessenten bei der Versuchspersonenauswahl gelost, um eine annähernde Gleichverteilung in den drei Altersgruppen (18-33 J., 34-49 J. und 50-65 J.) zu erhalten. Dennoch ist der Anteil der höher gebildeten Personen in der Stichprobe immer noch sehr groß. Als ein Grund dafür kann vermutet werden, dass das Interesse von Personen mit höherer Schulbildung an wissenschaftlichen Studien teilzunehmen, ausgeprägter ist als das von Personen mit niedriger Bildung.

Da viele Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen in der Umgebung des Köln-Bonner-Flughafens wohnen, ist die im Mittel eher niedrigere Ausprägung der eingeschätzten Fluglärmvorbelastung etwas überraschend (31% nicht belasteter gegenüber 6% sehr belasteter Personen in der Experimentalgruppe). Demzufolge nahmen nur zu einem geringen Prozentsatz stark vorbelastete Versuchspersonen an den Laborstudien teil. Neben dem Aspekt, dass sich stark vorbelastete Versuchspersonen weniger als Interessenten meldeten, könnte das auch darauf zurückzuführen sein, dass sie im verstärktem Maße durch die Auswahlkriterien fielen. Die einzelnen Stufen der Versuchspersonenauswahl wurden zwar dokumentiert, jedoch kann ein Vergleich von geworbenen und abgelehnten Personen hinsichtlich der Ausprägungen von bestimmten Merkmalen für diese Untersuchung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht durchgeführt werden, da einige Interessenten eventuell noch an späteren Studien teilnehmen. Nach Abschluss aller STRAIN-Studien wäre es auf jeden Fall sinnvoll, zu untersuchen, ob sich ein systematischer Unterschied zwischen abgelehnten Personen und der Untersuchungsstichprobe beispielsweise in der Ausprägung der Moderatorvariablen ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘ erkennen lässt. Andererseits kann auch vermutet werden, dass infolge einer hohen „Aversion“ gegen Fluglärm stark belastete Personen weniger interessiert an der Teilnahme einer Laborstudie sind (nach dem Motto: „Das haben wir doch schon zu Hause!“). Bei den Feldstudien im

Rahmen von STRAIN wird verstärkt versucht, Personen zu gewinnen, die aufgrund ihrer Wohnlage stärker durch nächtlichen Fluglärm belastet sind.

14.10 Diskussion der Ergebnisse

14.10.1 Unmittelbare Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm

Die erfasste Befindlichkeit, jedoch insbesondere der Beanspruchungs- und der Erholungsstatus können teilweise auf nichtkontrollierte Erfahrungen des Tages, während die Versuchspersonen nicht im Labor sind, zurückzuführen und damit ein Grund für die ermittelten geringen Effekte des nächtlichen Fluglärms sein. Die dadurch verringerte interne Validität der Untersuchung steht jedoch einer erhöhten externen Validität durch die relativ alltagsnahen Bedingungen für die Versuchspersonen gegenüber (tagsüber können sie ihren üblichen Beschäftigungen nachgehen und sind nur abends und nachts im Labor). Dem Anliegen der Studie, Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm unter möglichst realistischen Bedingungen zu untersuchen, kommt diese Erhöhung der ökologischen Validität entgegen¹. Darüber hinaus war die Einbeziehung einer Kontrollgruppe für die Kontrolle der Störeffekte bedeutend. Aus den Ergebnissen der Arbeit ergeben sich Hinweise auf direkte psychische Fluglärmwirkungen (die hauptsächlich auf die Variation der Anzahl der Flugereignisse zurückzuführen sind) in Form einer Beeinträchtigung der Befindlichkeit am Morgen, einer Zunahme der Beanspruchung (im Leistungs- und im körperlichen Bereich) sowie Verringerung der Erholung (insbesondere des erholsamen Schlafes). Diese Effekte sind allerdings so gering, dass sich die Frage nach der Bedeutung der „praktischen Relevanz“ (Bortz, 1999) gegenüber der statistischen Signifikanz stellt. In diesem Zusammenhang fällt sicherlich die kurze Dauer der nächtlichen Fluglärmbelastung in einer Laborstudie ins Gewicht, wegen der schon in den Fragestellungen der Untersuchung (s. Kap. 6) nur geringfügige Auswirkungen erwartet wurden. Geringe Effekte des Fluglärms finden sich auch in einer Studie von Oliva (1998), in der die Korrelation mit Aspekten des Wohlbefindens ebenfalls sehr klein ist ($r = -.06$ bis $-.16$).

¹ Dieser Kompromiss ist insofern auch sinnvoll, da Laborstudien im Rahmen von umweltrelevanten Fragestellungen oft jegliche ökologische Validität abgesprochen wird, wie folgendes Zitat von Lazarus & Folkman (1991) ausdrückt: "... stressors in the laboratory do not reflect well those that people experience in real life."

Dass überhaupt, auch an überwiegend nicht durch Nachtfluglärm vorbelasteten Personen (s. Stichprobe Kap. 8), geringe Veränderungen in den psychischen Stressindikatoren schon nach kurzer Zeit erkennbar sind, kann, verglichen mit den üblichen teilweise jahrzehntelangen Belastungen von Flughafenwohnern durch Nachtfluglärm, als Indiz für eine „praktische Relevanz“ der Ergebnisse dieser Untersuchung gewertet werden. Erhärtet wird diese Einschätzung auch durch die empirisch in dieser Studie gesicherte Bedeutung des Moderators ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘, da Personen, die sich vor Studienteilnahme als höherer vorbelastet einschätzten, auch deutlichere Reaktionen in den psychischen Stressindikatoren auf die Fluglärmbedingungen im Labor aufwiesen als nicht oder wenig vorbelastete Personen.

Der Ansatz dieser Untersuchung, die Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm auf psychische Stressindikatoren verschiedener zeitlicher Dauer zu untersuchen, hat sich bewährt: So ergeben sich Hinweise auf unmittelbare Nacheffekte auf die Befindlichkeit (die am Abend nicht mehr nachgewiesen werden konnten) und längerfristige Auswirkungen auf Beanspruchungs- und Erholungsprozesse über den Tag nach den Fluglärmnächten (die Effektgrößen sind ungefähr vergleichbar). Der Einsatz von mehrdimensionalen Fragebögen führte darüber hinaus noch zu qualitativen Aussagen. Die Wirkung des nächtlichen Fluglärms lässt sich vorwiegend auf den Dimensionen ‚Stimmung‘ und ‚Wachheit‘ der Befindlichkeit und weniger auf der Dimension ‚Ruhe‘ nachweisen.

Für die Beanspruchungsprozesse deuten die Ergebnisse auf eine Beeinflussung auf den Leistungsbereich und den körperlichen Bereich; diese Gebiete sind für die hingegen Erholung nicht betroffen. Als hauptsächliche Auswirkung auf die Erholung lässt sich vor allem eine Beeinträchtigung der Schlafqualität erkennen. Dieser Befund spricht auch dafür, dass Beanspruchung und Erholung nicht komplementär zueinander sind und aus einer Erhöhung der Beanspruchung in einem Bereich nicht auf eine Verringerung der Erholung geschlossen werden darf. Das wird auch durch die nicht-orthogonale Beziehung beider Konstrukte in faktorenanalytischen Analysen belegt (vgl. Kallus, 1995). Insofern war die Einbeziehung sowohl von Beanspruchung und Erholung in dieser Untersuchung sinnvoll, um zu differenzierteren Ergebnissen über die Wirkungen von Nachtfluglärm zu gelangen.

Die Resultate stehen auch in gewissem Einklang mit bisherigen Studien in der Fluglärmwirkungsforschung, die eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, eine Zunahme der körperlichen Beschwerden sowie eine Störung des Nachtschlafes angeben konnten (Kap. 2). Allerdings wurden – anders als in der vorliegenden Untersuchung – die Indikatoren entweder nicht auf der Erlebensebene, oder wenn, dann nicht in systematischer Weise erhoben.

Als Erklärung dafür, dass sich keine Hinweise auf eine Interaktion zwischen den Faktorstufen des Maximalpegels und denen der Anzahl der Flugereignisse zeigen, wird vermutet, dass infolge der geringen unmittelbaren Effekte von Nachtfluglärm auf die psychischen Stressindikatoren eine weitere Differenzierung im Erleben nicht mehr angezeigt wird. Aus dem gleichen Grund wird vermutet, dass sich die psychischen Nacheffekte kaum über die Abstufungen des Dauerschallpegels in 3 dB(A)-Schritten (was immerhin einer Verdopplung der Flugereignisse entspricht) unterscheiden. Gleichfalls ergeben sich aus den Vergleichen der Stufen des Faktors ‚Anzahl der Flugereignisse‘ nur Unterschiede zwischen der Bedingung ‚kein Fluglärm‘ gegenüber 64 oder 128 Ereignisse, was in Anbetracht der vielen Kombinationen nur eine „grobe“ Differenzierung darstellt. Da außerdem diese post hoc – Vergleiche nur einen explorativen Aussagewert haben, wird ihre Verwendung zur Begründung von Schwellenwerten – wie sie durch politische Entscheidungsträger gerne von der Wissenschaft gewünscht werden – bezweifelt. Sollte dies anhand der physikalischen Parameter von Fluglärm dennoch im Rahmen von STRAIN weiterhin angestrebt werden, müssten die Vergleiche bestimmter Faktorstufen konfirmatorisch – anhand der in dieser Studie gewonnenen Hinweise – geprüft werden.

Durch Unterscheidung in startende und landende Flugzeuge sollten unterschiedliche Frequenzspektren berücksichtigt werden, da in der neueren Lärmwirkungsforschung häufig auf die stärkere Belästigung durch niedrigfrequente Geräuschanteile hingewiesen wird (z.B. Berglund, Hassman & Job, 1996; Fidell, 2000; Silvati, Fidell, Pearsons & Sneddon, 2000). In den Ergebnissen dieser Studie lassen sich jedoch keine Hinweise auf einen Einfluss dieser Variablen ableiten, da sich keine MDBF- und EBF-Skalen, auf denen sich Fluglärmeffekte mit den anderen Lärmparametern nachweisen lassen, hinsichtlich dieses Parameters unterscheiden. Eine Begründung dafür könnte eine ungleiche Zellenbesetzung

und die fehlende Berücksichtigung anderer Lärmparameter sein. Mit Abschluss aller STRAIN-Studien wird eine Gleichverteilung von startenden und landenden Flugzeugen angestrebt, so dass verbindliche Aussagen erst dann gemacht werden können. Allerdings kann es auch sinnvoll sein – wie weiter oben schon erwähnt – eine genaue Frequenzanalyse der Lärmereignisse einzubeziehen, um zu differenzierten Aussagen zu kommen.

Bei der Diskussion der Ergebnisse aus den intraindividuellen Vergleichen wird zunächst auf die Andeutung eines ‚First-Night‘-Effekts eingegangen – also einer Anpassung an die Laborbedingungen, die sich in einer stärker eingeschränkten morgendlichen Befindlichkeit und Erholung (im Bereich ‚Erholsamer Schlaf‘) sowie einer Zunahme der Beanspruchung (im Leistungsbereich und im körperlichen Bereich) zeigt – eingegangen. Dieser Hinweis ergibt sich jedoch nur für die Experimentalgruppe, jedoch nicht für die Kontrollgruppe. Das könnte auf selektive Effekte, bedingt durch die geringe Gruppengröße (N=16) der Kontrollgruppe gegenüber 80 Personen in der Experimentalbedingung, zurückzuführen sein. Auch deshalb wird für die nächste Laborstudie im Frühjahr 2003 zu einer Vergrößerung der Kontrollgruppe geraten.

Auf die Frage, ob eine Anpassungsnacht ausreicht, ergeben sich aus den Ergebnissen der psychischen Stressindikatoren für Experimental- und Kontrollgruppe Anhaltspunkte dafür, dass die Anpassung an die Laborbedingungen nach einer Gewöhnungsnacht weitgehend abgeschlossen ist (das wurde auch häufig von den Versuchspersonen geäußert). Allerdings wäre eine weitere Anpassungsnacht vorteilhaft, um der Bedeutung des „Ausgangswertes“ (vgl. Kallus, 1992) als Bezugsgröße für die Reaktionen unter den Lärmbedingungen eine validere Grundlage zu bieten. Aus den Vergleichen der Werte für die psychologischen Stressindikatoren nach der Basisnacht und der ersten Fluglärmnacht ergibt sich ein klares Indiz für einen Lärmeffekt auf diejenigen Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung (in den Bereichen, denen signifikante Korrelationen mit Fluglärm nachgewiesen wurden). Dabei wurden die Lärmbedingungen für die 10 Untergruppen der Experimentalbedingung zufällig variiert, was für eine höhere Validität dieses Resultats spricht.

Dass zwischen der ersten und der letzten (neunten) Lärmnacht nur für den Bereich des erholsamen Schlafes ein signifikanter Unterschied festgestellt wurde,

deutet weder auf eine Adaptation beziehungsweise Habituation noch auf eine Sensibilisierung oder Kumulierung der meisten Nacheffekte von Nachtfluglärm hin. Dieses Ergebnis wird dadurch validiert, dass die Lärmbedingungen aller Nächte den 10 Untergruppen zufällig zugeteilt wurde. An dieser Stelle wird nochmals auf die widersprüchliche Forschungslage in der Frage der Adaptation und Habituation gegenüber der Sensibilisierung hingewiesen (vgl. Griefahn, 1977; Weinstein, 1982; Griefahn & Gros, 1985; Eberhardt & Akseleson, 1987; Jansen et al., 1995; Grigg et al., 2001). Um diese Fragestellung näher zu beleuchten, wären nach einer Vergrößerung der Kontrollbedingung in der nächsten Laborphase von STRAIN unter Umständen Varianzanalysen mit Messwiederholung mit den Lärmparametern als Kovariate durchzuführen, um eventuell unterschiedliche Verläufe in den psychischen Stressindikatoren für Kontroll- und Experimentalgruppe nachzuweisen. In der vorliegenden Studie wurde auf diese Analyse wegen der kleinen Gruppengröße in der Kontrollbedingung und auch – da jeweils nur acht Personen das gleiche Abfolge der Lärmnächte erhielten – in der Experimentalbedingung verzichtet.

Die Validität des Ergebnisses dieser Untersuchung, dass die Befindlichkeit und die Erholung wieder zunimmt, beziehungsweise dass die Beanspruchung nach der ersten Ruhenacht nach den Lärmnächten wieder abnimmt, ist auch dadurch bestätigt, dass die Versuchspersonen nicht darüber informiert waren, dass die letzten beiden Nächte ohne Fluglärm verbracht wurden. Darüber hinaus waren von der Veränderung der psychischen Stressindikatoren vorwiegend Dimensionen betroffen, die mit dem Ausmaß nächtlichen Fluglärms korrelierten. Allerdings fiel die letzte Messung der EBF-Werte im Labor mit der Messung nach der ersten Ruhenacht, die den Lärmnächten folgte, zusammen (da der EBF nur abends ausgefüllt wurde), so dass sich – wie in der Kontrollgruppe ebenfalls erkennbar – eine Vermischung mit einem ‚Last-Night‘-Effekt (der eventuell durch das Ende der Studie bedingt war) ergeben haben könnte. Für einen Effekt durch das Ende des Fluglärms spricht jedoch der Vergleich mit der Kontrollgruppe, in der sich zwar ein ‚Last-Night-Effekt‘ abbildete, jedoch in Dimensionen der Beanspruchung und Erholung, die nicht mit den Fluglärmparametern korrelierten und deren Ausprägung sich schon vor Einführung der Lärmbedingung von der Experimentalgruppe unter-

schied. Auch an dieser Stelle lassen sich wieder selektive Effekte durch die geringe Anzahl der Personen der Kontrollgruppe vermuten.

Dass keine Unterschiede zwischen den Werten der Prä- und der Post-Messung, nachgewiesen werden konnten, lässt sich so interpretieren, dass es sich bei den Fluglärmeffekten nur um kurzfristige Auswirkungen auf die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung handelt, die nach der Beendigung der Lärmbelastung schnell wieder abklingen. Das spricht für eine schnelle Regeneration, die sogar schon im Labor nach Beendigung der Lärmnächte zu beobachten war. Als eine Erklärung für das schnelle Abklingen der Effekte könnte wieder der Mediator ‚Belästigung‘ herangezogen werden, da er ohne nächtlichen Fluglärm ebenfalls wegfällt.

Durch die interindividuellen Vergleiche – insbesondere über die Fluglärmnächte der Experimentalgruppe hinweg – ergeben sich Anhaltspunkte darauf, dass die Unterschiede zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe auf akute Effekte auf Fluglärms zurückzuführen sind. Allerdings ließen sich – wie die Gegenüberstellung der Werte der Experimentalgruppe nach der ersten Ruhenacht, die den Lärmnächten folgt, mit denen der Kontrollgruppe nach der entsprechenden Nacht zeigt – wiederum keine überdauernden Effekte des nächtlichen Fluglärms nachgewiesen. Das bedeutet, dass die Wirkung des nächtlichen Fluglärms rasch wieder abklingt. Wahrscheinlich ist die Dauer der Belastung von neun Nächten zu kurz im Vergleich zur Realität von Flughafenanwohnern, weshalb ein Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit denen aus den noch bis Ende 2002 stattfindenden Feldstudien im Rahmen von STRAIN sinnvoll ist.

14.10.2 Bedeutung der untersuchten soziodemographischen und psychologischen Moderatoren

Das unerwartete Ergebnis, dass zunehmendes Alter sich eher dämpfend auf die psychischen Nacheffekte des nächtlichen Fluglärms auswirkte, kann eventuell damit erklärt werden, dass ältere Menschen weniger Schlaf brauchen (vgl. Griefahn, 2001) und insofern auch geringere Schlafdefizite nach den Fluglärmnächten aufwiesen. Diese Vermutung müsste jedoch unter Einbeziehung der polysomnographischen Daten im weiteren Verlauf der STRAIN-Studien näher erkundet werden. Auch in einer Untersuchung von Jansen (1995) finden sich Entsprechun-

gen zu diesem Resultat. Eine Rolle könnte auch gespielt haben, dass die älteren Teilnehmer und Teilnehmerinnen an dieser Studie teilweise frühpensioniert waren und möglicherweise weniger Belastungen am Tage ausgesetzt waren.

Aus Ergebnissen ergeben sich aus den Anhaltspunkte für die Bedeutung des Geschlechts als Moderator. Der Vergleich der Werte der Stressindikatoren deutet auf eine stärkeren Effekt durch nächtlichen Fluglärm auf Frauen hin. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Studien von Lukas, 1972 (zit. n. Berglund & Lindvall, 1995) und Reichert (1984). Allerdings wurde auf die widersprüchliche Forschungslage schon hingewiesen (Kap. 6). Da dieser geschlechtsspezifische Unterschied in der vorliegenden Studie jedoch auch in Bereichen der psychischen Stressindikatoren besteht, die nicht mit dem Ausmaß des Fluglärms zusammenhängen, deutet er auch auf andere Ursachen hin, zum Beispiel auf eine generelle höhere Beanspruchung der Frauen in Folge von allgemeinen geschlechtsspezifischen Rollenmustern (vgl. Schmidt-Denter, 1994). Diese Vermutung beruht darauf, dass einige Probandinnen über ihre Schwierigkeiten berichteten, Familie und Studienteilnahme (und manchmal noch Beruf) während der Laborstudien miteinander zu kombinieren. Darüber hinaus kann eine generelle Tendenz von Frauen zu einer offeneren Selbsteinschätzung eine Rolle gespielt haben (vgl. Normen des FPI, 2001).

Die wichtige Rolle der Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm als Moderator deutet auf eine Sensibilisierung durch bereits bestehende Belastungen durch Nachtfluglärm hin, da stärkere Reaktionen in den psychischen Nacheffekten hauptsächlich Bereiche der Befindlichkeit, der Beanspruchung und der Erholung betreffen, die auch mit dem nächtlichen Fluglärm im Labor korrelieren. Allerdings kann nicht geklärt werden, ob eventuell eine Konfundierung mit der Belästigung besteht. Durch eine mehrere Monate auseinanderliegende Erhebung der Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm (potentielle Interessenten bekamen erst den Allgemeinen Fluglärmfragebogen zugeschickt, durchliefen das Auswahlprozedere und nahmen dann eventuell an den Fluglärmstudien teil) könnte sich eine gegenseitige Beeinflussung beider Parameter jedoch minimiert haben.

Die Einschätzung der Chancen, erfolgreich etwas gegen Fluglärm zu unternehmen spielte in der Laborstudie keine große Rolle als Moderator. Als Grund ist darin zu sehen, dass der Handlungsspielraum der Versuchspersonen im Labor

eingeschränkter ist als im Feld. Daher wird vermutet, dass die Rolle dieser als Kontrollüberzeugung zu wertenden Einschätzung in den Feldstudien größer sein wird. Aus der Lärmwirkungsforschung ergeben sich auch Hinweise auf die Bedeutung einer Aufklärung von betroffenen Bürgern und Bürgerinnen über Möglichkeiten der Lärminderung und ihre Einbeziehung in die Planung und Umsetzung von Lärmschutzmaßnahmen, da Flughafenanwohnern erst dann überzeugt sind, dass sie aktiv etwas gegen den Lärm unternehmen können (vgl. Staples, 1997).

Für die Personenmerkmale – im Sinne von „relativ konsistente Verhaltenstendenzen“ (Herkner, 1993) – ergeben sich aus dieser Untersuchung Hinweise auf die moderierenden Funktion der allgemeinen Lebenszufriedenheit in dem Sinne, dass sich die psychischen Nacheffekte von Nachtfluglärm bei Menschen mit hoher Lebenszufriedenheit weniger deutlich zeigen als bei Menschen mit niedriger. Dabei kann vermutet werden, dass der nächtliche Fluglärm dabei eine Rolle als „Sündenbock“ (vgl. Guski, 2001) spielen kann, auf den die allgemeine Unzufriedenheit attribuiert wird.

Für eine Rolle der allgemeinen Erregbarkeit als Moderator für die Nacheffekte durch Nachtfluglärm ergeben sich ebenfalls Anhaltspunkte. Dieses Merkmal kann auch mit der emotionalen Komponente der Belästigung (als „milder Ärger“, ebd.) in Beziehung gebracht werden, indem die Erregbarkeit eine Bedeutung als habituelle Voraussetzung der Belästigungsreaktion spielen könnte. Eine genauere Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Personenmerkmalen und der Belästigung wäre für die weitere Forschung durchaus sinnvoll (da dies in der bisherigen Fluglärmforschung noch nicht hypothesengeleitet durchgeführt wurde –Kap. 2).

Auch für einen moderierenden Einfluss des Merkmals Gesundheitssorgen ergeben sich Hinweise aus den Ergebnissen dieser Studie. Allerdings wurde – wegen der Nähe zum Konzept ‘Primary Appraisal’ (der möglichen Bewertung eines Stressor als gesundheitsschädigend) in der kognitiven Stresstheorie – ein stärkerer moderierender Einfluss erwartet. Möglicherweise wäre es daher für künftige Untersuchungen sinnvoll, statt der habituellen Moderatorvariablen eine unmittelbare Einschätzung der Personen, ob sie den Fluglärm der vergangenen Nacht als schädlich für ihre Gesundheit ansehen, als zweiten Mediator neben der Belästigung einzusetzen.

Die Hinweise aus den Ergebnissen dieser Untersuchung über die Rolle des Merkmals Extraversion als Moderator für die Reaktion auf Fluglärm finden eine Entsprechung in einer Untersuchung von Gunn et al., 1981. Als Erklärung kann die Forschung von Eysenck (1967) herangezogen werden, in der sich zeigt, dass durch eine andere neurobiologische Reizverarbeitung, introvertierte Menschen stärker durch Außenreize beeinflusst werden als extravertierte Personen.

Die Emotionalität, für deren Bedeutung als Moderator der psychischen Stressreaktion auf nächtlichem Fluglärm sich Anhaltspunkte in dieser Untersuchung ergeben, spielt durch seine Nähe zum Konzept der psychischen Vulnerabilität eine besondere Rolle. Die Bedeutung dieses Moderators wird auch in verschiedenen Lärmstudien (Cohen, 1981; Stansfeld, 1992; Linnemeier, 1995) bestätigt. Dass sich unter der moderierenden Wirkung dieses Parameters auch Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Befindlichkeit in der Ruhe-Dimension ergeben, lässt auf eine generelle stärkere neuronale Erregbarkeit von Menschen mit hoher Ausprägung dieses Merkmals auf Stressoren wie nächtlichen Fluglärm, schließen. Da sich diese generelle Disposition auch auf die Lärmempfindlichkeit auswirken kann, hat sie als Personenfaktor eine übergeordnete Bedeutung vor diesem in der Lärmwirkungsforschung häufig als Moderator verwendeten, jedoch eher zirkulären Begriff.

14.10.3 Bedeutung des Mediators ‚Belästigung‘

Mit dem Mediator ‚Belästigung‘ bestehen nicht nur engere Zusammenhänge zwischen den Bereichen der psychischen Nacheffekte als mit den Fluglärmmaßen, sondern darüber hinaus ergeben sich auch Anhaltspunkte für einen breiteren Effekt, da mehr Dimensionen und Bereiche der Befindlichkeit, der Beanspruchung und der Erholung betroffen sind als durch die Lärmparameter (z.B. zusätzlich die Ruhe-Dimension der Befindlichkeit, alle Bereiche der Erholung). Darüber hinaus kann gegenüber den unmittelbaren Fluglärmeffekten auch eine zeitlich ausge dehntere Wirkung der Belästigung auf die psychischen Stressindikatoren festgestellt werden (noch auf die Befindlichkeit am Abend).

Aus den Ergebnissen kann deshalb gefolgert werden, dass durch die den Mediator ‚Belästigung‘ eine deutlich bessere Prognose der psychischen Nacheffekte gelingt, als es durch die Nutzung der physikalischen Lärmparameter alleine möglich ist. Wenn man den enormen Umfang, den die Belästigungsforschung im

Rahmen der Lärmwirkungsforschung einnimmt, berücksichtigt, ist anzumerken, dass zwar die Beziehungen zwischen physikalischen Lärmparametern und der Belästigung (s. Kap. 2.2.) häufig untersucht wurden, jedoch nicht klar ist, welche Bedeutung der Belästigung zukommt, beziehungsweise welche Folgen dadurch entstehen, dass sich jemand durch Fluglärm belästigt fühlt.¹ Die Rolle der Belästigung als Mediator für Stressindikatoren – die auch in einer langfristigen Betrachtung als „Zwischenglieder“ in der Beziehung zwischen Stressor und Krankheit / Gesundheit von Bedeutung sein kann – wurden bei den bisherigen Untersuchungen außer Acht gelassen. Insofern kann eine Weiterführung der Belästigungsforschung durch den Beitrag der vorliegenden Untersuchung über den Nachweis von Folgen der Belästigung auf psychische Nacheffekte, die die Wirkung durch die physikalischen Lärmparameter deutlich übersteigt, als gelungen bezeichnet werden. Die zentrale Rolle, die der ‚Belästigung‘ als Mediator im ‚Modell der psychischen und physischen Stressindikatoren von Nachtfluglärm‘ quasi als „Schaltstelle“ gegeben wurde, kann – wenn auch nur in einer ersten Annäherung – als empirisch nachgewiesen bewertet werden. Als eines der wichtigsten Resultate dieser Untersuchung **führt erst eine Belästigung durch den nächtlichen Fluglärm zu deutlichen psychologischen Nacheffekten**. Daneben spielen die physikalischen Lärmparameter nur eine untergeordnete Rolle für die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung. Dieses Ergebnis wird auch durch folgende Aussage von Staples (1996, S. 144) erhärtet: „...dose-response relationships frequently do not make accurate predictions because the perception of noise levels and the psychological meaning attributed to them can explain public response better than decibel or energy levels“.

Dennoch war eine differenzierte Erfassung von Lärmparametern in der vorliegenden Untersuchung sinnvoll (vgl. Berglund & Lindvall, 1995, S.48), da sich Anhaltspunkte dafür ergeben haben, **dass die Häufigkeit der Flugereignisse und ferner der Mittelungspegel eine größere Rolle für die psychischen Stressparameter spielen als der Maximalpegel**. Für dieses Resultat findet sich

¹ Mit der Ausnahme, dass viele belästigte und dabei „mild verärgerte“ (Guski, 2001) Bürgerinnen und Bürger eventuell die politischen Entscheidungsträger bei Wahlen „abstrafen“. Für diese etwas polemische Unterstellung spricht auch, dass als willkürlicher Schwellenwert z.B. 20% hoch belästigter Personen festgesetzt und in Beziehung zu physikalischen Lärmparametern gesetzt wird (vgl. Kap. 2).

auch ein Beleg aus einer Studie von Jansen (1987), in der der Maximalpegel ein besserer Prädiktor für eine gesundheitliche Gefährdung darstellt, der Mittelungspegel dagegen besser zur Vorhersage von psycho-physischen und psychischen Reaktionen, beispielsweise der Zumutbarkeit, geeignet ist.

Besondere Bedeutung hat die Differenzierung der akustischen Größen jedoch für die Untersuchung der Effekte auf die Belästigung, die in der vorliegenden Arbeit nur am Rande behandelt und in anderen Veröffentlichungen im Rahmen des STRAIN-Projekts noch ausführlich dargestellt werden. Darüber hinaus spielen die physikalischen Lärmparameter eventuell für die Nacheffekte auf der physiologischen Ebene und der Verhaltensebene eine größere Rolle, wobei für diese Stressindikatoren ebenfalls die Funktion der Belästigung als Mediator untersucht werden sollte.

14.10.4 Bedeutung der Schlafstörungen für die psychischen Stressindikatoren

Leider konnte dieser Fragestellung nur für die Schlafparameter der Erlebensebene, der eingeschätzten Schlafqualität und Aufwachhäufigkeit nachgegangen werden, da zum Stand der Fertigstellung dieser Arbeit Schlafstadienanalysen erst teilweise ausgewertet waren und die vorhandene Datenbasis deshalb zu gering war, um verlässliche Aussagen machen zu können. Deshalb wurde auf eine Untersuchung der Beziehung zwischen quantitativen Schlafparametern und den psychischen Stressindikatoren zum gegenwärtigen Zeitpunkt verzichtet. Mit den Schlafparametern der Erlebensebene bestehen insbesondere Beziehungen mittlerer Größe mit den Dimensionen und Bereichen der psychischen Stressindikatoren, die auch mit dem Ausmaß des nächtlichen Fluglärms korrelierten. Aus diesen Ergebnissen ergibt sich ein Hinweis darauf, dass bei bewusst erlebten Beeinträchtigungen des Nachtschlafes, deutlichere Effekte auf die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung erkennbar sind, als die der akustischen Lärmgrößen auf diese Parameter. Das deutet auf einen Zusammenhang mit dem Mediator ‚Belästigung‘ hin, da vermutlich erst im wachen Zustand eine Schlafstörung auf den nächtlichen Fluglärm attribuiert wird und dann zu einer Belästigungsreaktion führt. Diese Frage kann aber erst vertiefend untersucht werden, wenn auch die quantitativen Schlafparameter in die Analyse mit einbezogen werden können. Dafür wäre dann auch ein Vergleich der Zusammenhänge von

kurzen (vgl. Dinges, 1997; Martin et al., 1997) gegenüber langen Aufwachreaktionen und den psychischen Stressindikatoren sinnvoll. Dadurch, dass die Beziehung zwischen den polysomnographisch ermittelten Schlafmaßen und den psychischen Stressindikatoren aufgrund der unzureichenden Datenbasis zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit nicht untersucht wurde, bleibt die Aufklärung des äußerst komplexen Sachverhaltes, ob Nachtfluglärm per se als Stressor ‚psychologische Beanspruchungsreaktionen‘ hervorruft oder ob erst durch die Interferenz mit dem Schlaf (Schlafstörungen als „sekundärer Stressor“) Stressreaktionen auftreten (vgl. Dinges, 2001)¹, ungeklärt. Durch die wichtige Rolle der Belästigung als Mediator für psychische Stressreaktionen auf Fluglärm – die in dieser Untersuchung empirisch belegt wurde – kann jedoch vermutet werden, dass Schlafstörungen erst auf den nächtlichen Fluglärm attribuiert werden müssen, das heißt, dem Wachbewusstsein zugänglich sein müssen, um dann eventuell zu einer Belästigungsreaktion zu führen. Immerhin deutet ein Ergebnis der vorliegenden Untersuchung darauf hin, dass schwache Effekte der Anzahl der Flugereignisse auch bei Kontrolle der Belästigung auf den Bereich ‚erholsamer Schlaf‘ festzustellen sind, darauf hin, dass eine Beeinträchtigung des Schlafes auch ohne eine bewusste Wahrnehmung beziehungsweise einer kognitiven Wertung des nächtlichen Fluglärms vorliegen kann. Eine genaue Aufklärung dieser Zusammenhänge sollte zu einem späteren Zeitpunkt der STRAIN-Studien angestrebt werden.

14.10.5 Zusammenhang mit Stressindikatoren der Verhaltens- und der Körperebene

Die in dieser Studie erkundeten Beziehungen zwischen den psychischen Stressindikatoren (Erlebensebene) und den Leistungsparametern (Verhaltensebene) sowie den Hormonparametern (physiologische Ebene) können, da bisher kaum Erkenntnisse zu diesem Bereich vorliegen, nur als erste Erkundungen gewertet werden. Vertiefende Untersuchung – eventuell auch durch LISREL-Analysen – sind daher notwendig. Insgesamt zeigen sich nur geringe Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Ebenen der Stressindikatoren.

¹ Die Bedeutung auch von kurzzeitigen Beeinträchtigungen des Schlafes für die Stressreaktion kann aus folgendem Zitat von Dinges (2001, S.31) gefolgert werden: “There is considerable evidence that the primary disruptive effects of sleep deprivation, especially short-term sleep deprivation, are on homeostatic maintenance and anabolic functions of the brain”.

Für den vermuteten Zusammenhang zwischen der Leistung, insbesondere mit der Befindlichkeitsdimension ‚Wachheit‘, finden sich Hinweise, die im Einklang mit Studien stehen, die eine Auswirkung von Übermüdung – allerdings nach mehreren Stunden Schlafentzug (z.B. Dinges et al., 1997) auf die Leistung belegen (vgl. auch Kap. 2). Die in der vorliegenden Untersuchung belegten schwachen Zusammenhänge zwischen der Beeinträchtigung der Leistung und großer Unruhe könnten mit der Funktion der zentralnervösen Erregung für die Stressindikatoren beider Ebenen erklärt werden. Anhaltspunkte über eine Beziehung zwischen der Leistung und der Stimmung zeigten sich nur im Reaktionszeittest. Dieses Ergebnis steht auch im Einklang mit einer Studie von Jewett et al. (1993). Dabei könnte die Bedeutung der Stimmung auf die Motivation eine Rolle spielen, die aber erst in einer relativ monotonen Aufgabe von längerer Dauer (10 Min. gegenüber 3 Min. bei den anderen Tests) zum Tragen kommt. Der Einfluss von motivationalen Aspekten wird auch in einem Modell von Galley (1998) betont, indem die Beziehung zwischen Performance und Aktivierung durch den kompensierenden Ausgleich der Anstrengung (effort) modifiziert wird.¹ Infolge dieser – allerdings begrenzten – Kompensationsmöglichkeit einer verringerten Aktivierung (z.B. durch Nachtfluglärm und den durch ihn verursachten Schlafstörungen) erklären sich möglicherweise auch die niedrigen Zusammenhänge zwischen dem nächtlichen Fluglärm und der Leistung. Insbesondere für den durch die entsprechenden Skalen des Leistungsbereichs der Beanspruchung wurden Zusammenhänge mit den Leistungsparametern vermutet. Eine schwache Beziehung dieses Bereichs besteht jedoch nur zum Reaktionszeittest und der Tracking-Aufgabe. Allerdings bilden sich schwache Fluglärmefekte ebenfalls vorwiegend auf diesen Aufgaben ab, während die Merkfähigkeitstests kaum relevante Beziehungen zu den Lärmparameter zeigten. Möglicherweise sind Leistungstests, die eher basale Aspekte der Leistungsfähigkeit, wie die Aufmerksamkeit oder die Konzentration messen, bessere Indikatoren für die Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm als Merkfähigkeitstests. Etwas deutlichere Zusammenhänge bestehen zwischen den Leistungsparametern und der Erholung. Dies deutet auf eine Funktion der Erho-

¹ Das Modell einer umgekehrten U-Kurve für den Zusammenhang zwischen Aktivierung und Performance wurde modifiziert durch den Einfluss der Anstrengung und entspricht dann eher einem trapezförmigen Zusammenhang (ebd.).

lung als „Ressource“ für die Leistungsfähigkeit hin. Dass die Zusammenhänge zwischen den psychischen Stressindikatoren und der Merkfähigkeitsaufgabe mit sechs (MS 6) gegenüber der mit vier Buchstaben (MS 4) etwas deutlicher ausfallen, könnte im Paradigma von Sternberg (1966) begründet sein, das besagt, dass Beziehungen mit steigender Anzahl der zu merkenden Buchstaben infolge der Prozesse im Kurzzeitgedächtnis besser nachweisbar sind. Das gilt auch für die Effekte des nächtlichen Fluglärms, die sich im MS 6 etwas besser abbilden. Hinweise auf einen geringen Zusammenhang zwischen selbsteingeschätzter Leistungsfähigkeit – wie sie durch den EBF erfragt wurde - und gemessenem Leistungsverhalten finden sich auch bei Cohen (1980).

Die Beziehung zwischen den Hormonwerten und den Nacheffekten der Erlebensebene ist ebenfalls sehr gering. Für einen Zusammenhang mit Adrenalin ergaben sich aus den Ergebnissen keine Anhaltspunkte. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass dieser Parameter im Morgenurin oft unter der Nachweisgrenze lag. Allerdings deuten die Ergebnisse auf einen negativen Zusammenhang des Cortisolspiegels mit der morgendlichen Stimmung (vgl. Breier et al., 1987; Kugler & Kalveram, 1990; Jong-Meyer, 1990, alle zit. n. Fehm-Wolfsdorf, 1994) und einen positiven Zusammenhang mit der Beanspruchung (vgl. Brantley et al., 1988 zit. n. ebd.). Wie schon erwähnt, wurden infolge einer Veränderung der Bestimmungsmethode und einer daraus resultierenden fehlenden Vergleichbarkeit nur die Cortisolwerte der Laborstudien STRAIN I und STRAIN III herangezogen. Eine genauere Untersuchung dieser Beziehung auf einer größeren Datenbasis müsste allerdings noch erfolgen.

14.11 Bewertung der Beantwortung der allgemeinen Fragestellungen

Im Vordergrund dieser Arbeit stand zunächst die Suche nach psychischen Stressindikatoren, auf denen sich Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm differenziert abbilden lassen. Dafür wurde ein aus den biopsychologischen und kognitiven Stresstheorien abgeleitetes Modell über die psychischen und psychischen Effekte von ‚Nachtfluglärm‘ entwickelt und ein Teil der im Modell angenommenen Beziehungen empirisch geprüft. Aus dieser Überprüfung ergaben sich Anhaltspunkte für schwache Fluglärmeffekte – hauptsächlich durch die Anzahl der Flugereignisse bedingt - auf die morgendliche Befindlichkeit, die Erholung –

bedingt - auf die morgendliche Befindlichkeit, die Erholung – insbesondere im Bereich des Schlafes – und weniger ausgeprägt auf den Leistungsbereich und den körperlichen Bereich der Beanspruchung.

Durch die Einbeziehung von soziodemographischen und psychischen Moderatoren – die vor allen Dingen die Bedeutung von Personenmerkmalen in der Interaktion mit den Umweltbedingungen (in dieser Laborstudie mit dem Stressor ‚Nachtfluglärm‘) berücksichtigte – konnte einerseits die Varianzaufklärung der psychischen Stressindikatoren durch die Moderatoren deutlich erhöht werden. Andererseits wurde durch die Berücksichtigung der Personenmerkmale auch der Nachweis erbracht, dass die beobachteten schwachen Nacheffekte des nächtlichen Fluglärms auch bei Kontrolle dieser Merkmale weiterbestehen. Insofern unterstützt dieses Ergebnis den state-orientierten Forschungsansatz dieser Studie, indem allgemeine Aussagen über die Wirkungen von Nachtfluglärm auf die Population der bundesdeutschen Bevölkerung der alten Bundesländer (vgl. Kap. 9.9) gemacht werden sollten. Für die relativ geringe Bedeutung der einzelnen Moderatoren für die psychischen Stressindikatoren findet sich ein Hinweis bei Rotter (1966, zit. n. Lazarus & Folkman, 1991), dass in einer Situation mit relativ niedriger Ambiguität, wie sie in einer Laboruntersuchung für die Versuchspersonen bestand, ein entsprechend geringer Einfluss der Personenfaktoren zu erwarten war.

Ebenso konnte der empirische Nachweis über die wichtige Rolle der Belästigung als Mediator für die psychischen Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm - wie sie im Modell postuliert wurde - erbracht werden. Aus den Ergebnissen der Studie kann gefolgert werden, dass die Vermittlung zwischen Personen- und Umweltmerkmalen (Moderatoren, physikalische Lärmparameter) über kognitive Bewertungsprozesse, wie sie die Belästigung darstellt, eine bedeutend wichtigere Rolle auf die psychischen Nacheffekte – wie sie eine Beeinträchtigung von Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung innehat - spielen als die direkte Beziehung zwischen den physikalischen Lärmparametern und den genannten Nacheffekten. Dieses Resultat steht somit im Einklang mit kognitiven Stress- und Copingtheorien (vgl. z.B. Folkman et al., 1986b) und deckt sich mit Aussagen aus der Lärmwirkungsforschung zur Bedeutung von psychischen Vermittlungsprozessen.

Bezüglich der Fragestellung nach einer Adaptation, Habituation an oder Sensibilisierung durch die nächtliche Fluglärmbelastung lassen sich aus den Ergebnissen dieser Untersuchung – mit Ausnahme von Hinweisen auf eine Sensibilisierung, die aus einer Beeinträchtigung des ‚Erholsamen Schlafes‘ nach der letzten gegenüber der ersten Lärmnacht im Labor und der Bedeutung des Moderators ‚Vorbelastung durch nächtlichen Fluglärm‘ - keine direkten Anhaltspunkte folgern. Dies steht auch im Einklang mit einer exakt kontrollierten Längsschnittstudie von Weinstein (1982) und einer Studie von Paulsen et al., (1992), in denen ebenfalls keine Hinweise auf eine Adaptation gefunden wurden. Allerdings ist es in Anbetracht der relativ kurzen Dauer einer Laborstudie fraglich, ob diese Effekte bereits nachgewiesen werden können.

Die Untersuchung der allgemeinen Fragestellung ergab bezüglich des Zusammenhangs zwischen Stressindikatoren auf der Erlebensebene mit den Indikatoren der Verhaltensebene (Leistungsparameter) sowie der physiologischen Ebene (Hormonstatus) nur geringe Korrelationen. Als Begründung dafür kann das 3-Phasen-Modell von Selye (z.B. Selye, 1946; 1976) herangezogen werden, in dem der zeitliche Aspekt der Reaktion eine Rolle spielt und Stressindikatoren deshalb auch schon innerhalb einer Ebene zeitversetzt auftreten (Nitsch, 1981). So werden zum Beispiel im Sammelurin der Nacht nur Reaktionen nur kumulativ beziehungsweise über die Abbauprodukte bestimmter Stresshormone erfasst. Auch in den Untersuchungen von Allen et al.(1985) und Herbert et al.(1986)¹, konnten nur geringe Zusammenhänge zwischen Hormonparametern und dem „psychischen Befinden“ eruiert werden.

14.11 Forschungsausblick

Die erfassten psychischen Reaktionen auf Fluglärm sollten als ‚Bindeglied‘ im Zusammenhang zwischen dem Fluglärm und möglichen Folgen für die Gesundheit gewertet werden, wobei im Rahmen dieser Laborstudie sicherlich keine Kausalzusammenhänge interpretiert werden dürfen. Dennoch kann aufgrund der nachgewiesenen geringfügigen Auswirkungen des nächtlichen Fluglärms auf die psychischen Stressindikatoren unter Vermittlung der Belästigung bei langandauernder Belastung, wie sie für Flughafenanwohner und -anwohnerinnen

¹ Beide Untersuchungen wurden nach Fehm-Wolfsdorf (1994) zitiert.

ernder Belastung, wie sie für Flughafenanwohner und -anwohnerinnen besteht, eine maladaptive Wirkung im Sinne einer chronisch beeinträchtigten ‚Befindlichkeit‘ und ‚Erholung‘ sowie einer erhöhten ‚Beanspruchung‘ vermutet werden. Allerdings müssten die Ergebnisse dieser Untersuchung mit den Daten der innerhalb der im STRAIN-Projekt voraussichtlich bis Ende 2002 stattfindenden Feldstudien verglichen und die Datenbasis durch eine weitere Laborstudie im Frühjahr 2003 erweitert werden.

In der Frage nach der „Formulierung von Bewertungskriterien für humanspezifische Nachtfluglärmwirkungen“ (Basner et al., 2000) muss zunächst einmal einschränkend ein Zitat von Ortscheid & Wende (2000, S.15) angeführt werden: „Viele Entscheidungsträger erwarten, dass die Wissenschaft eine exakte physikalische Grenze angibt, oberhalb derer Geräuscheinwirkungen als schädlich anzusehen sind. Derartige Zahlenwerte würden aber die Bedeutungen individueller und situativer Faktoren unberücksichtigt lassen ... Zum einen hat sich herausgestellt, dass die Belästigungen und Beeinträchtigungen mit zunehmender Belastung (Stärke, Dauer, Häufigkeit) keine markanten Sprünge aufweisen, sondern kontinuierlich ansteigen, zum anderen sind derartige Zumutbarkeitsgrenzen eher soziale und politische Setzungen, die zudem eine Güterabwägung mit anderen gesellschaftlichen Wertstellungen erfordern, als empirische, mit wissenschaftlichen Methoden auffindbare Sachverhalte“ (ebd., S.26).

Allerdings stellt die in dieser Arbeit empirisch nachgewiesene vermittelnde Wirkung von Belästigung für psychische Stressindikatoren die Möglichkeit zur Verfügung, durch eine Abschätzung der möglichen Folgen von nächtlichem Fluglärm über die Stufen der Belästigung differenzierte Aussagen zu erhalten. Unter Einbeziehung der Zusammenhänge zwischen physikalischen Lärmparametern und der Belästigung – die in der Fluglärmwirkungsforschung auch schon hinreichend untersucht wurden – könnte von der Stufe der Belästigung, ab der psychische Auswirkungen in den Stressindikatoren nachgewiesen wurden, auf die entsprechenden Lärmparameter geschlossen werden. Allerdings wäre es dann sinnvoll, wie durch die Ergebnisse dieser Untersuchung hinreichend belegt wurde, die Belästigung nur noch auf der fünf-stufigen Likertskala zu erheben, da diese Skala im Gegensatz zum 11-stufigen „Belästigungsthermometer“ äquidistant misst

(vgl. Rohrman, 1978) und lineare Beziehungen zu den untersuchten psychischen Stressindikatoren aufweist.

Die empirische Überprüfung aller postulierten Beziehungen des in dieser Untersuchung entwickelten Modells der psychischen und physischen Wirkungen von Nachtfluglärm sollte in weiterführenden Studien vertiefend durchgeführt werden. So könnte nach Abschluss aller STRAIN-Studien und der Auswertung aller Daten die Beziehungen zwischen den einzelnen Variablengruppen über Pfadanalysen (LISREL-Modelle) näher beleuchtet und auch die Rolle der Belästigung für physische Stressparameter eruiert werden. Darüber hinaus könnten die Zusammenhänge zwischen physiologischen und psychologischen Stressparametern – bei weiterer Auswertung des Datenmaterials und größerer Stichprobe – näher beleuchtet werden.

Durch die Bewährung der Ergebnisse dieser Laboruntersuchung für die psychischen Stressindikatoren und deren Vermittlung über die Belästigung anhand der Ergebnisse aus den bis 2003 durchgeführten STRAIN-Feldstudien könnte insbesondere deren externe Validität gefestigt werden.

Aus der Bedeutung der Belästigung als Mediator für psychische Stressindikatoren ergeben sich auch Anhaltspunkte dafür, dass neben dem Fokus auf eine technische Verringerung des Fluglärms (wie sie auch im DLR-Projekt ‚Leiser Flugverkehr angestrebt wird), Interventionen zur Reduzierung von Belästigung der Flughafenanwohner sinnvoll sein kann, z.B. durch Information über lärmindernde Maßnahmen, stärkere Einbindung in Entscheidungsprozesse oder vertrauensbildende Maßnahmen). Dadurch könnte vor allem die Selbstwirksamkeits-Erwartung der Betroffenen (Bandura, 1982) erhöht und damit auch Bewertungsprozesse verändert werden.

Die vorliegende Untersuchung liefert einen Beitrag zur Untersuchung von individuellen, vermittelnden psychischen Prozessen durch die Rolle der soziodemographischen und psychischen Moderatoren und vor allen Dingen durch die kognitive Bewertung des Nachtfluglärms über den Mediator ‚Belästigung‘ liefern. Mit einem abschließenden Zitat von Berglund und Lindvall (1995, S.68) wird die Hoffnung ausgedrückt, dass die vorliegende Arbeit Impulse für eine Synthese

von physiologischen und psychologischen Ansätzen innerhalb der Lärmwirkungsforschung gibt:

“The risk of adverse effects on health must be considered in the light that noise as a stressor may operate through physiological responses modified in complex ways by individual psychological processes.”

15 Zusammenfassung

Im Rahmen des DLR-Projektes „Leiser Flugverkehr“ wurden in drei im Design identischen Laborstudien die Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm auf das Erleben untersucht. Dazu verbrachten insgesamt 96 Versuchspersonen, davon 16 Personen als Kontrollgruppe, jeweils 13 Nächte im Labor. Für die Experimentalgruppe wurde nach zwei Gewöhnungsnächten an neun Nächten hintereinander in Häufigkeit und Lautstärke variierender Fluglärm eingespielt.

In Anlehnung an die kognitive Copingtheorie wurde ein Modell zur Erkundung der psychischen und physiologischen Auswirkungen von nächtlichem Fluglärm entwickelt, in dem die Belästigung nicht mehr als Reaktionsvariable, sondern als kognitiver Bewertungsprozess aufgefasst wird, der vermittelnd zwischen den physikalischen Lärmparametern und den psychischen Stressindikatoren eingreift. Darüber hinaus dienten verschiedene relevante soziodemographische und psychologische Variablen als Moderatoren. Die psychischen Stressindikatoren wurden aus modernen biopsychologischen Ansätzen und der Beanspruchungs- und Erholungsforschung operationalisiert. Als Stressindikatoren wurde die Befindlichkeit mit dem Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) morgens und abends sowie die Beanspruchung und die Erholung mit dem Belastungs- und Erholungsfragebogen (EBF) als Prozesse über den Tag eingeschätzt. Darüber hinaus wurden die Beziehungen mit Indikatoren der Verhaltensebene (Leistungstests), der physiologischen Ebene (Hormonstatus im Morgenurin) sowie der Erlebensebene (Einschätzungen des Schlafes) untersucht.

Als Ergebnis der Untersuchung konnte eine geringe Beeinträchtigung der Befindlichkeit (in den Dimensionen Stimmung und Wachheit) - und Erholung (insbesondere des erholsamen Schlafes) sowie eine leichte Zunahme der Beanspruchung (im Leistungsbereich und im körperlichen Bereich) vor allem mit steigender Anzahl der Flugereignisse und ferner mit zunehmendem Dauerschallpegel nachgewiesen werden. Von den Fluglärmparametern war der Maximalpegel der unbedeutendste Prädiktor für die untersuchten psychischen Nacheffekte.

Für längeranhaltende Fluglärmeffekte ergeben sich aus den Resultaten keine Hinweise, allerdings hat die eingeschätzte Vorbelastung durch nächtlichen Flug-

lärm als Moderator eine leicht verstärkende Wirkung auf die psychischen Nacheffekte. Auch konnte eine geringfügige Bedeutung der anderen demographischen und psychologischen Moderatorvariablen belegt werden. Bei Kontrolle aller Moderatoren blieb der Zusammenhang zwischen den untersuchten psychischen Stressindikatoren und den Fluglärmparametern bestehen.

Mit den anderen Stressindikatoren ergaben sich nur schwache Zusammenhänge mit dem Cortisolspiegel und den Leistungsparametern, sowie mittelstarke Beziehungen zu den Einschätzungen des Schlafes.

Als wesentliches Ergebnis dieser Arbeit zeigte sich, dass die unmittelbaren Wirkungen des nächtlichen Fluglärms auf die psychischen Stressindikatoren marginal sind und sich erst unter Vermittlung der Belästigung deutliche Effekte zeigen, die zudem übergreifender und überdauernder als die direkten der akustischen Parametern sind. Daraus kann gefolgert werden, dass sich nächtlicher Fluglärm erst dann deutlich auf die Befindlichkeit, die Beanspruchung und die Erholung auswirkt, wenn die Personen sich dadurch belästigt fühlen. Weiterhin können durch die Einbeziehung der Belästigung als Mediator klarere Aussagen zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen gemacht werden.

Über eine änderungssensitive, mehrdimensionale und valide Erhebung der Konstrukte ‚Befindlichkeit‘, ‚Beanspruchung‘ und ‚Erholung‘ konnten psychische Stressreaktionen als relativ kurzzeitige Nacheffekte von nächtlichem Fluglärm nachgewiesen werden. Daraus ergeben sich weiterführende Aussagen hinsichtlich der Aufklärung von psychischen Wirkmechanismen als es allein durch die Erhebung der Belästigungsreaktion möglich ist. Allerdings müssen sich die Ergebnisse noch durch die Resultate der Feldstudien bewähren. Darüber hinaus sollten an Hand einer größeren Datenbasis nach einer weiteren Laborstudie die im Modell dargestellten Zusammenhänge vertiefend untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- Aasvang G.M. & Engdahl B. (1999). Aircraft noise in recreational areas: A quasi-experimental field study on individual annoyance responses and dose-response relationships. *Noise Control Engineering Journal*, 47, 158-162.
- Ader, R., Felten, D. L., & Cohen, N. (1991). *Psychoneuroimmunology*. 2. Ausgabe. San Diego: Academic Press.
- Advisory Group for Aerospace Research and Development (1989). *Human Performance Assessment Methods*. AGARDograph No. 308. AMP Working Group 12 and AGARD Lecture Series 163. Report der North Atlantic Treaty Organization in Toronto, Soesterberg und Rome.
- Akerstedt, T., Torsvall, L. & Gillberg, M. (1985). Continuous EEG and EOG measures in the field and laboratory. Rep. No. Commission of the European Communities. Proceedings of the Workshop "electroencephalography in Transport Operations". Köln: DFVLR - Institut für Flugmedizin.
- Allmer, H. (1994). Psychophysische Erholungseffekte von Bewegung und Entspannung. In R. Wieland-Eckelmann & H. Allmer (Hrsg.), *Erholungsforschung*. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Anticaglia, J. R. & Cohen, A. (1970). Extra-auditory effects of noise as a health hazard. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 31, 277-281.
- Arnold, W., Eysenck, H. J., & Meili, R. (1993). *Lexikon der Psychologie*. 10. Auflage, Band 1-3. Freiburg: Herder.
- Ax, A. F. (1953). The Physiological Differentiation between Fear and Anger in Humans. *Journal of Psychosomatic Medicine*, 15, 433-442.
- Babisch, W., Ising, H., Günther, T. & Kruppa, B. (1997). Risikoerhöhung für Herzinfarkt durch chronischen Lärmstress. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 44, 1-7.
- Babisch, W., Ising, H., Kruppa, D. & Wiens, D. *Verkehrslärm und Herzinfarkt*. WaBaLu-Heft 2. 1992.
- Babisch, W. (2000). Gesundheitliche Wirkungen von Umweltlärm. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 47, 95-102.
- Babisch, W., Elwood, P. C., Ising, H. & Kruppa, B. (1993). Traffic noise as a risk factor for myocardial infarction. *Schriftenreihe Verkehr Wasser Boden Lufthygiene*, 88, 135-166.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plink, W. & Weiber, R. (1996). *Multivariate Analysenmethoden*. Eine anwendungsorientierte Einführung. 8., verbesserte Auflage. Berlin: Springer.
- Baddeley, A. D. (1968). A 3 min reasoning test based on grammatical transformation. *Psychological Sciences*, 10, 341-342.
- Ballieux, R. E. & Heijner, C. J. (1985). Stress and the Immune Response. In D. Hellhammer, I. Florin. & H. Weiner (Hrsg.), *Neurobiological Approaches to Human Disease*. Toronto: Hans Huber Publishers.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37, 122-147.
- Basner, M., Buess, H., Linke-Hommes, A., Luks, N., Maaß, H., Mawet, L., Müller, E. W., Müller, U., Piehler, C., Plath, G., Rey, E., Samel, A., Schulze, M., Vejvoda, M. & Wenzel, J. (2000). Wirkung von Nachtfluglärm auf den Schlaf - ein neuer Forschungsansatz. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 47, 201-205.

- Basner, M., Buess, H., Linke-Hommel, A., Luks, N., Maaß, H., Mawet, L., Müller, E. W., Müller, U., Piehler, C., Plath, G., Rey, E., Samel, A., Schulze, M., Vejvoda, M. & Wenzel, J. (2001) DLR-Forschungsbericht 2001-26. Köln: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
- Baum, A., Grunberg, N. E. & Singer, J. E. (1982). The Use of Psychological and Neuroendocrinological Measurements in the Study of Stress. *Health Psychology*, 1, 217-236.
- Becker-Carus, C. (1981). *Grundriss der Physiologischen Psychologie*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Beckers, J. H. (1991). Führen weniger laute Flugzeuge zu einem Rückgang der Fluglärmprobleme? *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 38, 109-113.
- Berglund, B., Berglund, U. & Lindvall, T. (1987). Measurement and control of annoyance. *Dev. Toxicol. Environ. Sci.*, 15, 29-44.
- Berglund, B., Hassmen, P. & Job, R. F. (1996). Sources and effects of low-frequency noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 99, 2985-3002.
- Berglund, B. & Lindvall, T. (1995). *Community Noise*. Stockholm: Center for Sensory Research.
- Berglund, B., Lindvall, T. & Schwela, D. H. (1999). *Guidelines for Community Noise*. Geneva: World Health Organization.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (1991). *Biologische Psychologie*. 2. Auflage. Berlin: Springer.
- Bishop, D. E. (1966). Judgments of the relative and absolute acceptability of aircraft noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 40, 108-122.
- Bisping, R. (2001) Bewertung von Lärmwirkungen - Zusammenfassung eines Vortrags gehalten auf dem Workshop "Verkehrsrelevante Lärmwirkungsforschung" im Wissenschaftszentrum Bonn. Forschungsverbund Leiser Verkehr. Unveröffentlicht.
- Björkman, M., Åhrlin, U. & Rylander, R. (1992). Aircraft noise annoyance and average versus maximum noise levels. *Archives of Environmental Health*, 47, 326-329.
- Bond, A. & Lader, M. (1974). The use of analogue scales in rating subjective feelings. *Journal of Medical Psychology*, 47, 211-218.
- Bonnet, M. H. (1985). Effect of sleep disruption on sleep, performance, and mood. *Sleep*, 8, 11-19.
- Borsky, P. N. (1979). Sociopsychological factors affecting the human response to noise exposure. *Otolaryngol. Clin. North Am.*, 12, 521-535.
- Bortz, J. (1994). *Lehrbuch der empirischen Forschung für Sozialwissenschaftler*. New York: Springer.
- Bortz, J. (1999). *Lehrbuch der empirischen Forschung für Sozialwissenschaftler*. 5-. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer.
- Bühl, A. & Zöfel, P. (2000). *SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. 7., überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Addison-Wesley.
- Cantrell, R. W. (1974). Prolonged exposure to intermittent noise: audiometric, biochemical, motor, psychological and sleep effects. *Laryngoscope*, 84 (1), 1-55.
- Carter, N. L., Hunyor, S. N., Crawford, G., Kelly, D. & Smith, A. J. (1994). Environmental noise and sleep - a study of arousals, cardiac arrhythmia and urinary catecholamines. *Sleep*, 17, 298-307.
- Carter, N. L., Ingham, P., Tran, K. & Hunyor, S. N. (1994). A field study on the effects of traffic noise on heart rate and cardiac arrhythmia during sleep. *Journal of Sound and Vibration*, 169, 221-227.
- Cederlöf, R., Jonsson, E. & Sörensen, S. (1967). On the influence of attitudes to the source on annoyance reactions to noise. A field experiment. *Nord. Hyg. Tidskr.*, 48, 46-59.
- Cohen, S. (1980). Aftereffects of Stress on Human Performance and Social Behavior: A Review of Research and Theory. *Psychological Bulletin*, 88, 82-108.
- Cohen, S. (1981). Nonauditory Effects of Noise on Behavior and Health. *Journal of Social Issues*, 37, 36-70.

- Cohen, S. & Weinstein (1984). Nonauditory effects of noise on behavior and health. In G. W. Evans, Environmental stress. London: Cambridge University Press.
- Cohen, S., Evans, G. W., Stokols, D., & Krantz, D. S. (1987). Behavior, Health, and Environmental Stress.
- Cohen, S., Krantz, D. S., Evans, G. W. & Stokols, D. (1981). Cardiovascular and behavioral effects of community noise. *American Sciences*, 69, 528-535.
- Cools, A. R. (1988). Transformation of Emotion into Motion: Role of Mesolimbic Noradrenaline and Neostriatal Dopamine. In D. Hellhammer, I. Florin. & H. Weiner (Hrsg.), *Neurobiological Approaches to Human Disease*. Toronto: Hans Huber Publishers.
- Cosa, M. & Cosa, G. (1989). Annoyance, disturbance and damage caused by noise and vibrations. *Ann. Ig*, 1, 133-156.
- de Jong, R. G. (1993). Review: extraaural health effects of aircraft noise. *Schriftenreihe Verkehr Wasser Boden Lufthygiene*, 88, 250-270.
- Debus, G., Erdmann, G., & Kallus, K. W. (1995). Zur Systematisierung biopsychologischer Aspekte von Stress und emotionalen Reaktionen. In D. Debus, G. Erdmann & K. W. Kallus (Hrsg.), *Biopsychologie von Stress und emotionalen Reaktionen*. Göttingen: Hogrefe.
- Diamond, I. D., Stephenson, R., Sheppard, Z., Smith, A., Hayward, S., Heatherley, S., Raw, G., & Stansfeld, S. (2000). Perceptions of Aircraft Noise, Sleep and Health. United Kingdom: Report to Civil Aviation Authority.
- DIN 45643 (1984). Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen. Teil 1: Mess- und Kenngrößen.
- Dinges, D. F. (1984). The nature and timing of sleep. *Trans. Stud. Coll. Physicians Phila.*, 6, 177-206.
- Dinges, D. F. (1992). Probing the Limits of Functional Capability: The Effects of Sleep Loss on Short-Duration Tasks. In R. J. Broughton & R. D. Ogilvie (Hrsg.), *Sleep, Arousal, and Performance*. Boston: Birkheimer.
- Dinges, D. F. (2001). Stress, fatigue, and behavioral energy. *Nutrition Reviews*, 59, 30-32.
- Dinges, D. F., Pack, F., Williams, K., Gillen, K. A., Powell, J. W., Ott, G. E., Aptowicz, C., & Pack, A. I. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Sleep*, 20, 267.
- Dinges, D. F. & Powell, J. W. (1985). Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operation. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 6, 652-655.
- Dohrenwend, B. P. & Shrout, P. E. (2001). "Hassles" in the Conceptualization and Measurement of Life Stress Variables. *American Psychologist*, 40, 780-785.
- Dolde, K. P. (2001). Rechtliche Aspekte einer Gesamtlärmbetrachtung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 48, 100-110.
- Dorrian, J., Lamond, N. & Dawson, D. (2000). The ability to self-monitor performance when fatigued. *Journal of Sleep Research*, 9, 137-144.
- Eberhardt, J. L. (1987). The influence on sleep of noise and vibrations caused by road traffic. Universität Lund.
- Eberhardt, J. L. & Akselsson, K. R. (1987). The disturbance by road traffic noise on the sleep of young male adults as recorded in the home. *Journal of Sound and Vibration*, 114, 417-434.
- Eberhardt, J. L., Stråle, L. O., & Berlin, M. H. (1987). The influence of continuous and intermittent traffic noise on sleep. *Journal of Sound and Vibration*, 116, 445-464.
- Ehrenstein, W., Müller-Limroth, W. & Pirke, K. M. (1981). Experimentelle Untersuchungen über Langzeitwirkungen von Lärm auf den schlafenden und wachen Menschen.
- Eid, M. (1995). Modelle der Messung von Personen in Situationen. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.

- Eid, M., Notz, P., Steyer, R. & Schwenkmezger, P. (1994a). Validating Scales for the Assessment of Mood Level and Variability by Latent State-Trait. *Person. Individ. Diff.*, 16, 63-76.
- Eid, M., Notz, P., Steyer, R. & Schwenkmezger, P. (1994b). Sind Stimmungsdimensionen monopolar? Ein Überblick über empirische Befunde und Untersuchungen mit faktorenanalytischen Modellen für kontinuierliche und kategoriale Variablen sowie neuere Ergebnisse. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15 (4), 211-233.
- Evans, G. W. (1984). *Environmental stress*. London: Cambridge University Press.
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield: Thomas.
- Fahrenberg, J., Hampel, R. & Selg, H. (1994). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI. Handanweisung. 6., ergänzte Auflage*. Göttingen, Hogrefe.
- Fahrenberg, J., Hampel, R. & Selg, H. (2001). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI. Handanweisung. 7., überarbeitete und neu normierte Auflage*. Göttingen, Hogrefe.
- Fehm-Wolfsdorf, G. (2001). *Stress und Wahrnehmung - Psychobiologie der Glucocorticoide*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Felscher-Suhr, U., Guski, R. & Schuemer, R. (2000). Internationale Standardisierungsbestrebungen zur Erhebung von Lärmbelastigung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 2, 68-70.
- Fidell, S. (2000). *Developing a Criterion for the Annoyance of Low Frequency Aircraft Noise*. Nice: inter.noise 2000.
- Fields, J. M. (1994). *An Updated Catalog of 360 Social Surveys of Residents' Reactions to Environmental Noise (1943-1993)*. Contract NAS1-19061. Atlanta: Georgia Institute of Technology, GTRI/ASTL.
- Fields, J. M. & Walker, J. G. (1982). Comparing the Relationships Between Noise Level and Annoyance in Different Surveys: A Railway Noise vs. Aircraft And Road Traffic Comparison. *Journal of Sound and Vibration*, 81, 51-80.
- Folkman, S. & Lazarus, R. S. (1985). If it changes it must be a process: study of emotion and coping during three stages of a college examination. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 150-170.
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Gruen R. J. & DeLongis, A. (1986). Appraisal, Coping, Health Status, and Psychological Symptoms. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50 (3), 571-579.
- Folkman, S. & Lazarus, R. S. (1988a). Coping as a mediator of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 466-475.
- Folkman, S. & Lazarus, R. S. (1988b). The relationship between coping and emotion: implications for theory and research. *Soc. Sci. Med.*, 26, 309-317.
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Dunkel-Schetter, C., DeLongis, A. & Gruen, R. J. (1986). Dynamics of a stressful encounter: cognitive appraisal, coping, and encounter outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 992-1003.
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Gruen, R. J. & DeLongis, A. (1986). Appraisal, coping, health status, and psychological symptoms. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 571-579.
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Pimley, S. & Novacek, J. (1987). Age differences in stress and coping processes. *Psychol. Aging*, 2, 171-184.
- Galley, N. (1998). An enquiry into the relationship between activation and performance using saccadic eye movement parameters. *Ergonomics*, 41, 698-720.
- Galley, N. & Boldt, M. (1985). Short term performance and activation decrement in an eye movement task (Rep. No. IB 616-85-03). Köln: DFVLR - Institut für Flugmedizin.
- Glass, D. C. & Singer, J. E. (1972a). *Urban Stress*. New York and London: Academic Press.
- Glass, D. C. & Singer, J. E. (1972b). Behavioral aftereffects of unpredictable and uncontrollable aversive events. *American Sciences*, 60, 457-465.

- Griefahn, B. (1977). The problem of noise adaptation during sleep. *Sozial- und Präventivmedizin*, 22, 116-120.
- Griefahn, B. (1985). *Schlafverhalten und Geräusche*. Stuttgart: Enke.
- Griefahn, B. (1986). Grenzwerte nächtlicher Belastbarkeit durch Straßengeräusche. *Applied Acoustics*, 19, 265-284.
- Griefahn, B. (1990). Präventivmedizinische Vorschläge für den nächtlichen Schallschutz. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 37, 7-14.
- Griefahn, B. (1998). Lärm als mögliche Ursache von Gesundheitsschäden. *Nervenheilkunde*, 17, 23-29.
- Griefahn, B. (2000). Noise effects not only the ears. But can damage to health be objectively evaluated?. *MMW. Fortschr. Med.*, 142, 26-29.
- Griefahn, B. & Gros, E. (1985). Zur Wirkung von Straßengeräuschen auf den Schlaf. *Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Präventivmedizin*, 20, 73-77.
- Griefahn, B. & Jansen, G. (1978). EEG-responses caused by environmental noise during sleep their relationships to exogenic and endogenic influences. *Science of the Total Environment*, 10, 187-199.
- Griefahn, B., Jansen, G. & Klosterkötter, W. (1976). Zur Problematik lärmbedingter Schlafstörungen - eine Auswertung von Schlafliteratur.
- Griefahn, B., Möhler, U. & Schuemer, R. (1999). Vergleichende Untersuchung über die Lärmwirkung bei Strassen- und Schienenverkehr - Kurzfassung. München: Studiengemeinschaft Schienenverkehr (SGS).
- Grigg, A. J., Haboly, E. F. & Cheng, M. C. (2000). Evaluation of Community Response to Aircraft Noise following completion of a new Runway at Vancouver International Airport. Nice: inter.noise 2000.
- Groll-Knapp, E. & Stidl, H. G. (1999). Literaturzusammenstellung zum Thema: Auswirkungen von Fluglärm auf den Menschen. Erhebungszeitraum 1985 bis 1. Quartal 1999. Wien: Institut für Umwelthygiene der Universität Wien.
- Gunn, W. J., Shigehisa, T., Fletcher, J. L., & Shepherd, W. T. (1981). Annoyance response to aircraft noise as a function of contextual effects and personality characteristics. *J. Aud. Res.*, 21, 51-83.
- Guski, R. (2001a). Der Referenten-Entwurf zum Fluglärmgesetz aus der Sicht eines Lärmwirkungsforschers. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 48, 130-131.
- Guski, R. (2001b). Feststellung und Prognose der erheblichen Belästigung durch Verkehrslärm - Zusammenfassung eines Vortrags gehalten auf dem Workshop "Verkehrsrelevante Lärmwirkungsforschung im Wissenschaftszentrum Bonn: Forschungsverbund Leiser Verkehr. Workshop Verkehrsrelevante Lärmwirkungsforschung. Unveröffentlicht.
- Guttman, G., & Etlinger, S. C. (1991). Susceptibility to Stress and Anxiety in Relation to Performance, Emotion, and Personality: The Ergopsychometric. In D. Spielberger, I. G. Sarason, J. Strelau & J. M. T. Brebner, *Stress and Anxiety*, Band 13. New York: Hemisphere Publishing Corporation.
- Harder, J., Maschke, C. & Ising, H. (1999). Längsschnittstudie zum Verlauf von Stressreaktionen unter Einfluss von nächtlichem Fluglärm.
- Herkner, W. (1991). *Lehrbuch Sozialpsychologie*, 5. korrigierte und stark erweiterte auflage der "Einführung in die Sozialpsychologie". Bern: Huber.
- Hippler, H. J. (1999). Aspekte der Fragebogenkonstruktion bei der Quality-of-Life-Forschung oder: Was leisten kognitionspsychologische Ansätze, um Befragungsprozesse besser zu verstehen. Schriftliche Version eines Vortrags anlässlich der Lilly-Quality-of Life-Preisverleihung am 07.12.1999 in Frankfurt am Main. Unveröffentlicht.
- Hoffmann, H. & Lüpke, A. (1993). 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel. Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms. 6. Auflage. Berlin: Schmidt.

- Hörmann, H., Mainka, G. & Gummlich, H. (1970). Psychische und physische Reaktionen auf Geräusche unterschiedlicher subjektiver Wertigkeit. *Psychol. Forsch.* 289-309.
- Hulzen, Z. J. M. van & Coenen, A. M. L. (1982). Effects of Paradoxical Sleep Deprivation in Two-Way Avoidance Acquisition. *Physiology & Behavior*, 29, 581-587.
- Isermann, U. (2000). Kommentare zum Papier "Eckpunkte der Novelle des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm". Pamphlet.
- Janke, W. (1976). Psychophysiologische Grundlagen des Verhaltens. in M. von Kerekjarto (Hrsg.), *Medizinische Psychologie*. Berlin: Springer.
- Janke, W. & Wolffgramm, J. (1995). Biopsychologie von Stress und emotionalen Reaktionen: Ansätze interdisziplinärer Kooperation von Psychologie, Biologie und Medizin. In D. Debus, G. Erdmann & K. W. Kallus (Hrsg.), *Biopsychologie von Stress und emotionalen Belastungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Jansen, G. (1970). Zur Störung des natürlichen Nachtschlafes durch Fluglärm. *Kampf dem Lärm*, 17, 148-152.
- Jansen, G. (1971). Beeinflussung des natürlichen Nachtschlafes durch Geräusche. *Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen*.
- Jansen, G. (1987). Verkehrslärmwirkungen bei besonderen Personengruppen. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 152-156.
- Jansen, G. (2000a). Medizinisches Gutachten über die Auswirkungen des Fluglärms auf die Bevölkerung in der Umgebung des Flughafens Schönefeld. Antrag auf Planfeststellung, Ausbau Flughafen Berlin Schönefeld, Flughafen Berlin Schönefeld GmbH. Pamphlet
- Jansen, G. (2000b). Umwelt und Gesundheit. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 3, 103-107.
- Jansen, G., Linnemeier, A. E. B. & Nitzsche, M. (1995). Methodenkritische Überlegungen und Empfehlungen zur Bewertung von Nachtfluglärm. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 42, 91-106.
- Jewett, M. E., Dijk, D. J., Kronauer, R. E., & Dinges, D. F. (1999). Dose-response relationship between sleep duration and human psychomotor vigilance and subjective alertness. *Sleep*, 22, 171-179.
- Job, R. F. S. (1999). Noise sensitivity as a factor influencing human reaction to noise. *Noise and Health*, 3, 57-68.
- Jones, D. M. & Chapman, A. J. (1985). *Noise and Society*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Jones, D. M. (1983). Noise. In Hockey, R. (Ed.), *Stress and Fatigue in Human Performance*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Jonsson, E. & Sörensen, S. (1967). On the influence of attitudes to the source on annoyance reactions to noise. An experimental study. *Nord. Hyg. Tidskr.*, 48, 35-45.
- Jonsson, E. & Sörensen, S. (1970). Relation between annoyance reactions and attitude to source of annoyance. *Public Health Rep.*, 85, 1070-1074.
- Jonsson, E., Sörensen, S., Arvidsson, O. & Berglund, K. (1975). Reliability of forecasts of annoyance reactions. A study of exposure to noise and air pollution. *Archives of Environmental Health*, 30, 104-106.
- Kallus, K. W. (1992a). *Beanspruchung und Ausgangszustand*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Kallus, K. W. (1995). *Erholungs-Belastungs-Fragebogen*. Handanweisung. Frankfurt am Main: Swets Test Services.
- Kamp, I. van (1990). *Coping with Noise and its Health Consequences*. Dissertation an der Universität Groningen.
- Kallus, K. W. & Erdmann, G. (2000). Zur Wechselbeziehung zwischen Ausgangszustand, Belastung und Erholung. In R. Wieland-Eckelmann & H. Allmer (Hrsg.), *Erholungsforschung*. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.

- Kastka, J. (1976). Untersuchungen zur Belästigungswirkung der Umweltbedingungen Verkehrslärm und Industrieerüche. In Kaminski, G. (Hrsg.). *Umweltpsychologie*. Stuttgart: Klett.
- Kastka, J. (1999). Cortisolausscheidung als Nachweis einer Stressreaktion von Anwohnern eines Großflughafens. In Rettenmeier, A. W. & Feldhaus, C. (Hrsg.). *Arbeitsmedizinische Gefährdungsbeurteilung: Individual- und Gruppenprävention, Biomechanik und Arbeitsmedizin*. Fulda: Rindt Druck.
- Kastka, J. (2001). Fluglärmwirkung und Einzelereignisparameter, NAT70 - Zusammenfassung eines Vortrags, gehalten auf dem Workshop "Verkehrsrelevante Lärmwirkungsforschung im Wissenschaftszentrum Bonn: Forschungsverbund Leiser Verkehr. Unveröffentlicht.
- Kawada, T. (1995). Effects of traffic noise on sleep: a review. *Nippon Eiseigaku Zasshi*, 50, 932-938.
- Krampen, G. (1982). *Differentialpsychologie der Kontrollüberzeugungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Krampen, G. (1989). *Diagnostik von Attributionen und Kontrollüberzeugungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Kryter, K. D. (1970a). Proposed procedures for the evaluation of environmental noises. In: Kryter, K.D (Hrsg.). *The effects of noise on man*. New York: Academic Press.
- Kryter, K. D. (1972). Non-auditory effects of environmental noise. *American Journal of Public Health*, 62, 389-398.
- Kryter, K. D. (1984). *Physiological, Psychological, and Social Effects of Noise*. NASA Reference Publication 1115.
- Kryter, K. D. (1990). Aircraft noise and social factors in psychiatric hospital admission rates: a re-examination of some data [published erratum appears in *Psychol. Med.* 1990 Nov; 20(4): 1022]. *Psychol. Med.*, 20, 395-411.
- Lamond, N. & Dawson, D. (1999). Quantifying the performance impairment associated with fatigue. *Journal of Sleep Research*, 8, 255-262.
- Lang, R. D. (1983). *Subjektive Schlafbeurteilung in Abhängigkeit von der Belästigung durch Lärm*. Medizinische Fakultät der Universität Düsseldorf.
- Lazarus, R. S., DeLongis, A., Folkman, S., & Gruen, R. (1985). Stress and Adaptational Outcomes. The problem of confounded measures. *American Psychologist*, 40, 770-785.
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1991). *Stress, Appraisal, and Coping*. New York: Springer Publishing Company.
- Lazarus, R. S., Kanner, A. D. & Folkman, S. (1987). Emotions: A Cognitive-Phenomenological Analysis. In Plutchik, R. & Kellermann, H. (Hrsg.). *Emotion. Theory, Research, and Experience*. Boston: Academic Press, Inc.
- Lazarus, R. S. & Launier, R. (1978). Stress-Related Transactions between Person and Environment. In Pervin, L.A. & Lewis, M. (Hrsg.), *Perspectives in Interactional Psychology*. New York: Plenum Press.
- Lercher, P. (1996). Environmental Noise and Health: An Integrated Research Perspective. *Environment International*, 22, 117-129.
- Linnemeier, A. E. B. (1995). *Die Auswirkungen von Lärm auf den natürlichen Nachtschlaf des Menschen - Versuch einer Klassifikation und Bewertung von Veröffentlichungen von 1984 bis 1993*. Düsseldorf: Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
- Lukas, J. S. (1972). Effects of aircraft noise on human sleep. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 33, 298-303.
- Manzey, D. (1998). Psychophysiologie mentaler Beanspruchung. In Rösler, F. (Hrsg.), *Ergebnisse und Anwendungen der Psychophysiologie*. Sonderdruck aus *Enzyklopädie der Psychologie*. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Göttingen: Hogrefe, Verlag für Psychologie.
- Martin, S. E., Wraith, P. K., Deary, I. J., & Douglas, N. J. (1997). The effect of nonvisible sleep fragmentation on daytime function. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 155, 1596-1601.

- Maschke, C. (1992). Der Einfluss von Nachtfluglärm auf den Schlafverlauf und die Katecholaminausscheidung. Dissertation an der TU Berlin.
- Maschke, C., Arndt, D., Ising, H., Laude, G., Thierfelder, W., & Contzen, S. (1995). Nachtfluglärmwirkungen auf Anwohner. Stuttgart.
- Maschke, C., Breinl, S., Grimm, R., & Ising, H. (1993). The influence of nocturnal aircraft noise on sleep and on catecholamine secretion. *Schriftenreihe Verkehr Wasser Boden Lufthygiene*, 88, 395-407.
- Maschke, C., Hecht, K., Wolf, U., & Feldmann, J. (2001). 19x99 Dezibel(A) - Ein gesicherter Befund der Lärmwirkungsforschung? *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 44, 137-148.
- Mathur, R. & Douglas, N. J. (1995). Frequency of EEG arousals from nocturnal sleep in normal subjects. *Sleep*, 18, 330-333.
- Meecham, W. C. & Shaw, N. A. (1993). Increase in mortality rates due to aircraft noise. *Schriftenreihe Verkehr Wasser Boden Lufthygiene*, 88, 428-441.
- Miedema, H. M. E. & Vos, H. (1999). Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105, 3336-3344.
- Miedema, H. M., Vos, H. & de Jong, R. G. (2000). Community reaction to aircraft noise: time-of-day penalty and trade-off between levels of overflights. *Journal of the Acoustical Society of America*, 107, 3245-3253.
- Morrell, S., Taylor, R., & Lyle, D. (1997a). A review of health effects of aircraft noise. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21, 221-236.
- Morrell, S., Taylor, R., & Lyle, D. (1997b). A review of health effects of aircraft noise. *Aust. N.Z.J. Public Health*, 21, 221-236.
- Mourtazaev, M. S., Kemp, B., Zwinderman, A. H., & Kamphuisen, H. A. (1995). Age and gender affect different characteristics of slow waves in the sleep EEG. *Sleep*, 18, 557-564.
- Müller, T. H., Paterok, B., Hoffmann, M. R., & Becker-Carus, C. (1997). Auswirkungen chronischer Schlafrestriktion auf Leistungsfähigkeit, Stimmung und Müdigkeit. *Somnologie*, 2, 65-73.
- Neugebauer, D. & Ortscheid, J. (1997). Geräuschbewertung des Transrapid. Ist der Transrapid wie die Bahn zu beurteilen? Rep. No. 25. Umweltbundesamt.
- Neumann, J. (1997). *Lärmmesspraxis am Arbeitsplatz und in der Nachbarschaft*. 7. Auflage. Esslingen: expert verlag.
- Nitsch, J. R. (1981). Aspekte der Stressforschung. In Nitsch, J. R. (Hrsg.), *Stress. Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Nivison, M. E., Endresen & I.M. (1993). An analysis of relationships among environmental noise, annoyance and sensitivity to noise, and the consequences for health and sleep., *Journal of Behavioral Medicine*, 16, 257-276.
- Öhrstrom, E. & Björkman, M. (1988). Effects of noise disturbed sleep - A laboratory study on habituation and subjective noise sensitivity. *Journal of Sound and Vibration*, 122, 277-290.
- Öhrstrom, E. & Rylander, R. (1982). Sleep disturbance effects of traffic noise - A laboratory study on after effects. *Journal of Sound and Vibration*, 84, 87-103.
- Öhrstrom, E. & Rylander, R. (1990). Sleep disturbance by road traffic noise - A laboratory study on number of noise events. *Journal of Sound and Vibration*, 143, 93-101.
- Oliva, C. (1998). Belastungen der Bevölkerung durch Flug- und Straßenlärm: eine Lärmstudie am Beispiel der Flughäfen Genf und Zürich. Berlin: Duncker und Humblot.
- Ollerhead, J. B. & Diamond, I. D. (1994). Social Surveys of Night-Time Effects of Aircraft Noise. *Noise and Man '93*, 373-376).
- Ollerhead, J. B., Jones, C. J., Cadoux, R. E., Woodley, A., Atkinson, B. J., Horne, J. A., Pankhurst, F. L., Reyner, L. A., Hume, K., Van, F., Watson, A., Diamond, I. D., Egger, P., Holmes, D. & McKean, J. (1992). Report of a Field Study of Aircraft Noise and Sleep Disturbance.

- Ortscheid, J. & Wende, H. (2000). Fluglärmwirkungen. Berlin: Umweltbundesamt.
- Otto, J. (1994). Möglichkeiten und Grenzen der Erfassung aktivierungsinduzierender Befindensänderungen mit Hilfe eines zweidimensionalen Modells. In R. Wieland-Eckelmann & H. Allmer (Hrsg.), *Erholungsforschung*. Weinheim: Beltz, PsychologieVerlagsUnion.
- Overmier, O. B. (1985). Psychological Determinants of When Stressors Stress. In Hellhammer, D., Florin, I. & Weiner, H. (Hrsg.). *Neurobiological Approaches to Human Disease*. Toronto: Hans Huber Publishers.
- Panksepp, J. (1982). Toward a general psychological theory of emotions. *The Behavioral and Brain Sciences*, 5, 407-467.
- Paulsen, R., Ritterstaedt, U. & Kastka, J. (1992). Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Lärmwirkungsforschung. In *Gesellschaft zur Förderung der Lufthygieneforschung (Hrsg.). Jahresbericht Umwelthygiene*, 24. Düsseldorf.
- Pichot, P. (1992). Noise, sleep and behavior. *Bull. Acad. Natl. Med.*, 176, 393-399.
- Pinel, J. P. J. (1997). *Biopsychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Plutchik, R. & Kellermann, H. (1987). *Emotion. Theory, Research, and Experience. (Theories of Emotion ed.) (Vols. 1)* Boston: Academic Press, Inc.
- Pribram, K. H. & McGuinness, D. (1975). Arousal, activation, and effort in the control of attention. *Psychological Review*, 82, 116-149.
- Rechtschaffen, A., Kales, A., Berger, R. J., Dement, W. C., Jacobsen, A., Johnson, L. C., Juvet, M., Monroe, L. J., Oswald, I., Roffwarg, H. P., Roth, B. & Walter, R. D. (1968). *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects*. Washington: Public Health Service, U.S. Government.
- Reichert, E. (1984). *Ist Lautheit metrisch?* Frankfurt am Main: Haag + Herchen.
- Reijneveld, S. A. (1994). The impact of the Amsterdam aircraft disaster on reported annoyance by aircraft noise and on psychiatric disorders. *International Journal of Epidemiology*, 23, 333-340.
- Rey, E. (2001). Auswirkungen von Nachtfluglärm auf psychische Stressindikatoren, Posterpräsentation auf dem Kongress „Medizin und Mobilität“ in Oberpfaffenhofen bei München.
- Rey, E. (2001). Wirkungen von nächtlichem Fluglärm auf Befindlichkeit, Beanspruchung und Erholung. In Basner, M., Buess, H., Linke-Hommes, A., Luks, N., Maaß, H., Mawet, L., Müller, E. W., Müller, U., Piehler, C., Plath, G., Rey, E., Samel, A., Schulze, M., Vejvoda, M. & Wenzel, J., Kapitel 9 im DLR-Forschungsbericht 2001-26, pp. 125-176. Köln: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
- Rohrmann, B. (1974). *Das Fluglärmprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Eine interdisziplinäre Untersuchung über die Auswirkungen des Fluglärms auf den Menschen*. Boppard: Harald Boldt Verlag KG.
- Rohrmann, B. (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9, 222-245.
- Rohrmann, B., Finke, H. O., Guski, R., Schümer, R. S., & Schümer-Kohrs, A. (1978). *Fluglärm und seine Wirkung aus den Menschen. Methoden und Ergebnisse der Forschung. Konsequenzen für den Umweltschutz*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Rotenberg, V. S., Hadjez, J., Kimhi, R., Indurski, P., Sirota, P., Mosheva, T., Benatov, R., & Elizur, A. (1997). First night effect in depression: new data and a new approach. *Biological Psychiatry*, 42, 267-274.
- Rudow, B. (1994). Eine Konzeption zur Belastungs-Beanspruchungs-Erholungs-Sequenz unter besonderer Berücksichtigung von Burnout und Sportaktivität. In R. Wieland-Eckelmann & H. Allmer (Hrsg.), *Erholungsforschung*. Weinheim: Beltz, PsychologieVerlagsUnion.
- Rylander, R. (1982). Importance of the number of events and maximum noise level in evaluating annoyance. *Sozial- und Präventivmedizin*, 27, 115-119.

- Saletu, B., Frey, R., & Grunberger, J. (1989). Street noise and sleep: whole night somnopolygraphic, psychometric and psychophysiologic studies in comparison with normal data]. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 139, 257-263.
- Saletu, B. & Grunberger, J. (1981). Traffic noise-induced sleep disturbances and their correction by an anxiolytic sedative, OX-373. *Neuropsychobiology*, 7, 302-314.
- Samel, A. (2000). Der Lärm und seine Folgen. Sonderdruck aus den DLR-Nachrichten, 96 (2): 22-27. Köln-Porz: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR).
- Samel, A. (2001). Wirkung von Fluglärm auf den Schlaf - erste Ergebnisse aus DLR-Laborstudien - Zusammenfassung eines Vortrags gehalten auf dem Workshop am 18.01. für "Verkehrsrelevante Lärmwirkungsforschung im Wissenschaftszentrum Bonn. Forschungsverbund Leiser Verkehr. Unveröffentlicht.
- Santucci, G., Boer, L., Farmer, E., Goeters, K. M., Grissett, J., Schwartz, E., Wetherwall, A., Wilson, G. & Yaters, R. (1989). Human performance methods. AGARDograph No. 309, NATO-AGARD, Neuilly-sur-Seine.
- Sarris, V. (1992a). Methodologische Grundlagen der Experimentalpsychologie. Band 1: Versuchsplanung und Stadien des psychologischen Experiments. Basel: Ernst Reinhardt Verlag.
- Sarris, V. (1992b). Methodologische Grundlagen der Experimentalpsychologie. Band 2: Erkenntnisgewinnung und Methodik der experimentellen Psychologie. München: Ernst Reinhardt Verlag.
- Schick, A. (1997). Das Konzept der Belästigung in der Lärmwirkungsforschung. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Schmidt-Denter U. (1994). Soziale Entwicklung: ein Lehrbuch über soziale Beziehungen im Laufe des menschlichen Lebens. 2. Auflage. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.
- Schönpflug, W. (1983). Coping efficiency and situational demands. In Hockey G.R. (Hrsg.). *Stress and fatigue in human performance*. London: Wiley.
- Schust, M., Seidel, H. & Blüthner, R. (1998). Wirkung von Lärm unterschiedlicher Tonhaltigkeit nach DIN 45681 (E) in Kombination mit Schwingungen. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 45, 185-192.
- Selye, H. (1946). The General Adaptation Syndrome and the Diseases of Adaptation. *The Journal of Clinical Endocrinology*, 6, 117-230.
- Selye, H. (1975a). *Bewältigung und Lebensgewinn*. München: R. Piper & Co. Verlag.
- Selye, H. (1975b). Confusion and controversy in the stress field. *Journal of Human Stress.*, 1, 37-44.
- Selye, H. (1975c). Stress and distress. *Compr. Ther.*, 1, 9-13.
- Selye, H. (1976). Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *Can. Med. Assoc. J.*, 115, 53-56.
- Selye, H. (1981). Grundkonzepte. In J.R.Nitsch (Hrsg.). *Stress. Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Shigehisa, T. & Gunn, W. J. (1979). Annoyance response to recorded aircraft noise: III. In relation to personality. *J. Aud. Res.*, 19, 41-45.
- Silvati, L., Fidell, S., Pearsons, K., Howe, R., & Sneddon, M. *Studies of the Annoyance of low Frequency Aircraft Noise at two Civil Airports*. 2000. Nice: inter.noise 2000.
- Smith, A. P. & Jones, D. M. (1992). *Noise and Performance*. In *Handbook of Human Performance*. London: Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich.
- Stallen, P. J. (2000). *New Ways (and Old Theory) for Abating Airport Noise Annoyance*. 2000. Nice, inter.noise 2000.
- Stansfeld, S. A. (1992). *Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies*. *Psychological Medicine, Monograph Supplement 22*. Cambridge: University Press.

- Staples, S. L. (1996). Human response to environmental noise. Psychological research and public policy. *American Psychologist*, 51, 143-150.
- Staples, S. L. (1997). Public policy and environmental noise: modelling exposure or understanding effects. *American Journal of Public Health*, 87, 2063-2067.
- Stelzl, I. (1982). Fehler und Fallen der Statistik. Bern: Verlag Hans Huber.
- Stemmler, G. (1984). Psychophysiologische Emotionsmuster. Ein empirischer und methodologischer Beitrag zur inter- und intraindividuellen Begründbarkeit spezifischer Profile bei Angst, Ärger und Freude. Europäische Hochschulschriften: Reihe VI - Psychologie, 127. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Stansfeld, S., Gallacher, J., Babisch, W. & Shipley, M. (1996). Road traffic noise and psychiatric disorder: prospective findings from the Caerphilly study. *British Medical Journal*. 7052 (313), 266-267.
- Sternberg, S. (1966). High-Speed Scanning in Human Memory. *Science*, 153, 652-654.
- Steyer, R., Ferring, D., & Schmitt, M. J. (1992). States and Traits in Psychological Assessment. *European Journal of Psychological Assessment*, 8, 79-98.
- Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P., & Eid, M. (1994). Testtheoretische Analysen des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (MDBF). *Diagnostica*, 40, 320-328.
- Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P., & Eid, M. (1997) Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Handanweisung. Göttingen: Hogrefe.
- Studiengemeinschaft Schienenverkehr (SGS) (1998). Untersuchung zur Lästigkeit von Hochgeschwindigkeitszügen im Vergleich zu herkömmlichen Zügen München: Deutsche Bahn AG.
- Tarnopolsky, A., Watkins, G., & Hand, D. J. (1980). Aircraft noise and mental health: I. Prevalence of individual symptoms. *Psychological Medicine*, 10, 683-698.
- Testkuratorium der Föderation Deutscher Psychologenvereinigungen (1986). Richtlinien für den Einsatz und den Vertrieb psychologischer Testverfahren. *Psychologische Rundschau*, 37, 162-163.
- Topf, M. (2000). Hospital noise pollution: an environmental stress model to guide research and clinical interventions. *J. Adv. Nurs.*, 31, 520-528.
- Toussaint, M., Luthringer, R., Schaltenbrand, N., Carelli, G., Lainey, E., Jacqmin, A., Muzet, A. & Macher, J. P. (1995). First-night effect in normal subjects and psychiatric inpatients. *Sleep*, 18, 463-469.
- Ursin, H. (1967). Psychological aspects of the arousal mechanisms. *Tidsskr. Nor Laegeforen.*, 87, Suppl-52.
- Ursin, H. (1985). Expectancy and Activation: An Attempt to Systematize Stress Theory. In D. Hellhammer, I. Florin. & H. Weiner (Hrsg.), *Neurobiological Approaches to Human Disease*. Toronto: Hans Huber Publishers.
- Ursin, H. (1994). Stress, distress, and immunity. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 741, 204-211.
- Ursin, H. & Olf, M. (1993). Psychobiology of coping and defence strategies. *Neuropsychobiology*, 28, 66-71.
- Vallet, M., Gagneux, J. M., Blanchet, V., Favre, B. & Labiale, G. (1983). Long term sleep disturbance due to traffic noise. *Journal of Sound and Vibration*, 90, 173-191.
- Vogt, K. H. (1985). Central Control of the Pituitary-Adrenal Axis I. In D. Hellhammer, I. Florin. & H. Weiner (Hrsg.), *Neurobiological Approaches to Human Disease*. Toronto: Hans Huber Publishers.
- Wagner, W. (1988). Der Einfluss von Straßenverkehrsgeräuschen unterschiedlicher Pegel- und Zeitstruktur auf den Nachtschlaf. Dissertation an der Technischen Universität Berlin.
- Webb, W. B. & Campbell, S. S. (1979). The first night effect revisited with age as a variable. *Waking Sleeping*, 3, 319-324.

- Weeß, H. G., Lund, R., Gresele, C., Böhning, W., Sauter, C., & Steinberg, R. (1998). Vigilanz, Einschlafneigung, Daueraufmerksamkeit, Müdigkeit, Schläfrigkeit - Die Messung müdigkeitsbezogener Prozesse bei Hypersomnien - Theoretische Grundlagen. *Somnologie* 32-41.
- Weinstein, N. D. (1982). Community Noise Problems Evidence Against Adaptation. *Journal of Environmental Psychology* 87-92.
- Wesensten, N. J., Balkin, T. J., & Belenky, G. (1999). Does sleep fragmentation impact recuperation? A review and reanalysis. *Journal of Sleep Research*, 8, 237-245.
- Wieland-Eckelmann, R. & Baggen, R. (1994). Beanspruchung und Erholung im Arbeits-Erholungs-Zyklus. In R. Wieland-Eckelmann & H. Allmer (Hrsg.), *Erholungsforschung*. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.
- ZA, & Z. (1999). ZUMA-Informationssystem. Elektronisches Handbuch sozialwissenschaftlicher Erhebungsinstrumente. Version 4.00. ZIS [On-line].
- Zerssen, D. H. K. D. M. (1976). *Klinische Selbstbeurteilungsskalen (KSb-S)*. Münchener Psychiatrisches Informations-System. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Verzeichnis der Abbildungen

ABBILDUNG 1: FLUGBEWEGUNGSENTWICKLUNG VON 1950 BIS ENDE DER 90ER JAHRE SOWIE PROGNOSTIZIERTER VERLAUF BIS 2010

ABBILDUNG 2: STRESSMODELL ÜBER DIE PSYCHOLOGISCHEN UND PHYSIOLOGISCHEN WIRKUNGEN VON NACHTFLUGLÄRM

ABBILDUNG 3: ARBEITSMEDIZINISCHE SIMULATIONSANLAGE AMSAN – CA. 300 M²

ABBILDUNG 4: MORGENWERTE DER SKALA ‚STIMMUNG‘ DER KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE

ABBILDUNG 5: VERLAUF DER MORGENWERTE DER SKALA ‚WACHHEIT‘ DER KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE.

ABBILDUNG 6: VERLAUF DER MORGENWERTE DER SKALA ‚RUHE‘ DER KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE

ABBILDUNG 7: WERTEVERLÄUFE DER SKALA GS-M (STIMMUNG AM MORGEN: MIN.=8; MAX.=40) EINIGER EXEMPLARISCHER FAKTORSTUFEN DES MAXIMALPEGELS (0, 55, 60 UND 65 DB) ÜBER DIE FAKTORSTUFEN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘.

ABBILDUNG 8: WERTEVERLÄUFE DER SKALA WM-M (WACHHEIT AM MORGEN: MIN.=8; MAX.=40)) EINIGER EXEMPLARISCHER FAKTORSTUFEN DES MAXIMALPEGELS (0, 55, 60 UND 65 DB) ÜBER DIE FAKTORSTUFEN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘.

ABBILDUNG 9: WERTEVERLÄUFE DER SKALA RU-M (RUHE AM MORGEN: MIN.=8; MAX.=40)) EINIGER EXEMPLARISCHER FAKTORSTUFEN DES MAXIMALPEGELS (0, 55, 60 UND 65 DB) ÜBER DIE STUFEN DES FAKTORS ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘.

ABBILDUNG 10: MORGENWERTE DER SKALA ‚STIMMUNG‘ ÜBER DIE STUFEN DER SKALA ‚BELÄSTIGUNG‘ (MIN.=8; MAX.=40)

ABBILDUNG 11: MORGENWERTE DER SKALA ‚WACHHEIT‘ ÜBER DIE STUFEN DER SKALA ‚BELÄSTIGUNG‘ ((MIN.=8; MAX.=40)

ABBILDUNG 12: MORGENWERTE DER SKALA ‚RUHE‘ ÜBER DIE STUFEN DER SKALA ‚BELÄSTIGUNG‘ (MIN.=8; MAX.=40)

ABBILDUNG 13: MESSWERTVERLAUF DES GESAMTSCORES ‚BELASTUNG‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) FÜR KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE

ABBILDUNG 14: MESSWERTVERLAUF DES GESAMTSCORES ‚ERHOLUNG‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) FÜR KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE. INNERHALB DER DURCHGEZOGENEN LINIEN BEFINDEN SICH WERTE DER LABORMESSUNGEN

ABBILDUNG 15: MESSWERTVERLAUF DER SKALA ‚ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) FÜR KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE..

ABBILDUNG 16: MESSWERTVERLAUF DER SKALA ‚KÖRPERLICHE BELASTUNG‘ FÜR KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE.

ABBILDUNG 17: VERLAUF DER SKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ (MIN.=0.00; MAX=6.00) FÜR KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE ÜBER ALLE MESSTAGE.

ABBILDUNG 18: WERTEVERLÄUFE DER SKALA ‚ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) EINIGER EXEMPLARISCHER FAKTORSTUFEN DES MAXIMALPEGELS (0, 55, 60 UND 65 DB) ÜBER DIE FAKTORSTUFEN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘.

ABBILDUNG 19: WERTEVERLÄUFE DER SKALA ‚KÖRPERLICHE BESCHWERDEN‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) EINIGER EXEMPLARISCHER STUFEN DES MAXIMALPEGELS (0, 55, 60 UND 65 DB) ÜBER DIE FAKTORSTUFEN DER ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘.

ABBILDUNG 20: WERTEVERLÄUFE DER SKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00)
EINIGER EXEMPLARISCHER FAKTORSTUFEN DES MAXIMALPEGELS (0, 55, 60 UND 65 DB)
ÜBER DIE FAKTORSTUFEN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘.

ABBILDUNG 21: VERLAUF DER WERTE (ALS GESCHÄTZTE RANDMITTEL) DER SKALA
‚ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) ÜBER DIE FAKTORSTUFEN DER
BELÄSTIGUNG

ABBILDUNG 22: VERLAUF DER WERTE (ALS GESCHÄTZTE RANDMITTEL) DER SKALA
‚KÖRPERLICHE BELASTUNG‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00) ÜBER DIE FAKTORSTUFEN DER
BELÄSTIGUNG.

ABBILDUNG 23: VERLAUF DER WERTE DER SKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00)
ÜBER DIE FAKTORSTUFEN DER BELÄSTIGUNG (5-STUFIGE LIKERT-SKALA).

ABBILDUNG 24: VERLAUF DER WERTE DER SKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ (MIN = 0.00; MAX = 6.00)
ÜBER DIE FAKTORSTUFEN DER BELÄSTIGUNG (11-STUFIGE „THERMOMETER-SKALA“)

Verzeichnis der Tabellen

- TABELLE 1: STUDIEN ÜBER NACHEFFEKTE VON ‚UMWELTLÄRM‘ AUF PSYCHISCHE PARAMETER
- TABELLE 2: AUSGEWÄHLTE STUDIEN ZUR ERKUNDUNG DES ZUSAMMENHANGS ZWISCHEN EINER BEEINTRÄCHTIGUNG DES NACHTSCHLAFES UND PSYCHOLOGISCHEN PARAMETERN
- TABELLE 3: STUDIEN ÜBER DIE NACHEFFEKTE VON ‚NACHTLÄRM‘ AUF SCHLAFPARAMETER
- TABELLE 4: STUDIEN ÜBER DIE ERFORSCHUNG DES ZUSAMMENHANGS ZWISCHEN ‚VERKEHRSLÄRMBELASTUNG NACHTS‘ UND ENDOKRINOLOGISCHEN PARAMETERN
- TABELLE 5: STUDIEN ÜBER ERFORSCHUNG VON LÄRMWIRKUNGEN AUF GESUNDHEIT / KRANKHEIT (CHRONOLOGISCH GEORDNET).
- TABELLE 6: ABLAUF EINER DER INSGESAMT DREI STUDIENABSCHNITTE (ALS BEISPIEL STRAIN I) MIT INSGESAMT 32 VERSUCHSPERSONEN (DAVON 8 UNTER KONTROLLBEDINGUNGEN)
- TABELLE 8: VARIATION DER NÄCHTLICHEN FLUGLÄRMBEDINGUNGEN IN DEN LABORSTUDIEN STRAIN I, II UND III
- TABELLE 9: ZUFÄLLIGE ZUORDNUNG DER FLUGLÄRMBEDINGUNGEN ZU DEN 9 LÄRMNÄCHTEN (LABORNÄCHTE 3-11) UND DEN EINZELNEN PHASEN DER LABORSTUDIEN STRAIN I-III MIT JEWEILS 8 PERSONEN
- TABELLE 10: AUFTEILUNG DER FLUGEREIGNISSE FÜR ALLE LÄRMTAGE IN DEN LABORSTUDIEN STRAIN I, II UND III IN STARTENDE UND LANDENDE FLUGZEUGE
- TABELLE 11: HÄUFIGKEITEN AUSGEWÄHLTER DEMOGRAPHISCHER VARIABLEN UND PSYCHISCHER MODERATORVARIABLEN FÜR DIE EXPERIMENTAL- UND DIE KONTROLLGRUPPE
- TABELLE 12: ERGEBNISSE DES MANN-WHITNEY-U-TESTS FÜR DEN VERGLEICH ZWISCHEN **KONTROLL-** UND **EXPERIMENTALGRUPPE** IN DER AUSPRÄGUNG VON RELEVANTEN MODERATORVARIABLEN VOR STUDIENBEGINN
- TABELLE 13: CHI-QUADRAT-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER VARIABLEN ‚GESCHLECHT‘ UND ‚SCHULBILDUNG‘ ZWISCHEN KONTROLL- UND EXPERIMENTALGRUPPE
- TABELLE 14: DESKRIPTIVE KENNWERTE DER MDBF-DATEN FÜR DIE EXPERIMENTALGRUPPE.
- TABELLE 15: ÜBERPRÜFUNG DER MDBF-DATEN DER EXPERIMENTALGRUPPE AUF HINREICHENDE NORMALVERTEILUNG.
- TABELLE 16: DESKRIPTIVE KENNWERTE DER MDBF-DATEN FÜR DIE KONTROLLGRUPPE.
- TABELLE 17: ÜBERPRÜFUNG DER MDBF-DATEN DER KONTROLLGRUPPE AUF HINREICHENDE NORMALVERTEILUNG.
- TABELLE 18: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN FLUGLÄRMPARAMETERN UND DEN MDBF-DATEN
- TABELLE 19: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN MODERATORVARIABLEN UND DEN MDBF-DATEN
- TABELLE 20: PARTIALKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN FLUGLÄRMPARAMETERN UND DEN MDBF-DATEN UNTER KONTROLLE DER MODERATORVARIABLEN
- TABELLE 21: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN DEM MEDIATOR ‚BELÄSTIGUNG‘ EINMAL AUF EINER 5-STUFIGEN LIKERTSKALA: WERTE 1-5 UND ZUM ANDEREN AUF DER 11-STUFIGEN ‚THERMOMETER‘-SKALA UND DEN MDBF-DATEN. ZUSÄTZLICH WIRD DER ZUSAMMENHANGSMAß ZWISCHEN FLUGLÄRMMÄßEN UND BELÄSTIGUNG AUFGEFÜHRT
- TABELLE 22: PARTIALKORRELATIONEN (R AUF 3 KOMMASTELLEN GERUNDET) ZWISCHEN DEN FLUGLÄRMPARAMETERN UND DEN MDBF-DATEN UNTER KONTROLLE DER MEDIATORVARIABLEN ‚BELÄSTIGUNG‘ (5-STUFIGEN LIKERTSKALA) UND DEN MDBF-DATEN

- TABELLE 23: RANGKORRELATIONEN NACH SPEARMAN FÜR DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN MDBF-DATEN UND DER LEISTUNG AM MORGEN
- TABELLE 24: RANGKORRELATIONEN NACH SPEARMAN FÜR DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN MDBF-DATEN UND DEN ADRENALIN-, NORADRENALIN- UND CORTISOLWERTEN AUS DEM 8H-SAMMELURIN DER NACHT UND DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN HORMONWERTEN UND DEN FLUGLÄRMPARAMETER UNTERSUCHT
- TABELLE 25: RANGKORRELATIONEN NACH SPEARMAN FÜR DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN MDBF-SKALEN (GS = STIMMUNG; WM = WACHHEIT; RU = RUHE; MORGEN- UND ABENDWERTE) UND DEN SELBSTEINSCHÄTZUNGEN DES SCHLAFES (SCHLAFQUALITÄT UND AUFWACHHÄUFIGKEIT). WEITERHIN WIRD DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN SCHLAF- UND FLUGLÄRMPARAMETER UNTERSUCHT
- TABELLE 26: PAARVERGLEICH DER MDBF-WERTE DER NÄCHTE 2-11 FÜR DEN LÄRMPARAMETER START / LANDUNG.
- TABELLE 27: PAARVERGLEICH DER MDBF-WERTE DER NÄCHTE 2-11 FÜR DEN MODERATOR ‚GESCHLECHT‘ FÜR DIE EXPERIMENTALGRUPPE (N=80).
- TABELLE 28: PAARVERGLEICH DER MDBF-WERTE DER AN DEN 5 TAGEN VOR DER STUDIE ERFASSTEN UND GEMITTELTEN DATEN FÜR DEN MODERATOR ‚GESCHLECHT‘ FÜR DIE EXPERIMENTALGRUPPE (N=80)
- TABELLE 29: PAARVERGLEICH DER MESSWERTE NACH VERSCHIEDENEN LABORNÄCHTEN ÜBER DEN WILCOXON-TEST FÜR DIE MDBF-DATEN DER EXPERIMENTALGRUPPE (N=80)
- TABELLE 30: PAARVERGLEICH DER MESSWERTE NACH VERSCHIEDENEN LABORNÄCHTEN ÜBER DEN WILCOXON-TEST FÜR DIE MDBF-SKALEN DER KONTROLLGRUPPE (N=16)
- TABELLE 31: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER MDBF-MORGENWERTE DER KONTROLL- UND DER EXPERIMENTALGRUPPE
- TABELLE 32: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER MDBF-WERTE KONTROLL- (KO) UND DER EXPERIMENTALGRUPPE (EX) NACH DEN NÄCHTEN 3 – 11 (LÄRMNÄCHTE FÜR EXPERIMENTALGRUPPE)
- TABELLE 33: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER MDBF-MORGENWERTE (GS = STIMMUNG; WM = WACHHEIT; RU = RUHE; MORGEN- UND ABENDWERTE) DER KONTROLL- UND DER EXPERIMENTALGRUPPE NACH NACHT 12 (1. RUHENACHT NACH DEN LÄRMNÄCHTEN FÜR DIE EXPERIMENTALGRUPPE)
- TABELLE 34: WILCOXON-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER AN DEN 5 TAGEN VOR UND NACH DER STUDIENTEILNAHME ERHOBENEN UND GEMITTELTEN MDBF-WERTE VON EXPERIMENTALGRUPPE
- TABELLE 35: WILCOXON-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER AN DEN 5 TAGEN VOR UND NACH DER STUDIENTEILNAHME ERHOBENEN UND GEMITTELTEN MDBF-WERTE DER KONTROLLGRUPPE
- TABELLE 36: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER AN DEN 5 TAGEN VOR STUDIENTEILNAHME ERHOBENEN UND GEMITTELTEN MDBF-WERTE VON KONTROLL UND EXPERIMENTALGRUPPE
- TABELLE 37: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER AN DEN 5 TAGEN NACH DER STUDIENTEILNAHME ERHOBENEN MDBF-WERTE VON KONTROLL UND EXPERIMENTALGRUPPE
- TABELLE 38: MULTIVARIATE, ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE FÜR DIE NACH DER BASISNACHT UND DEN FLUGLÄRMNÄCHTEN ERHOBENEN MDBF-MORGENWERTE ZUR

ÜBERPRÜFUNG DER HAUPTEFFEKTE DER FAKTOREN ‚HÄUFIGKEIT DER
 FLUGLÄRMEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEREN INTERAKTION
 TABELLE 39: ERGEBNISSE DER SCHEFFÉ-TESTS FÜR DIE FAKTORSTUFEN DER VARIABLEN
 ‚ANZAHL DER FLUGLÄRMEREIGNISSE‘ FÜR DIE MDBF-MORGENWERTE
 TABELLE 40: KATEGORIEN DES FLUGLÄRMBEZOGENEN MITTELUNGSPEGELS IN 3-DB(A)-
 ABSTÄNDEN (LEQ3)
 TABELLE 41: ERGEBNISSE DER MULTIVARIATEN, EINFAKTORIELLEN VARIANZANALYSE FÜR DIE
 NACH DER BASISNACHT UND DEN FLUGLÄRMNÄCHTEN ERHOBENEN MDBF-MORGENWERTE
 (GS = STIMMUNG; WM = WACHHEIT; RU = RUHE) ZUR ÜBERPRÜFUNG DES EFFEKTS DES
 LÄRMPARAMETERS ‚MITTELUNGSPEGEL‘ IN KATEGORIEN VON 3 DB(A)-ABSTÄNDEN
 TABELLE 42: MULTIVARIATE, UNIVARIATE VARIANZANALYSE FÜR DIE MDBF-DATEN (GETRENNT
 FÜR MORGEN- UND ABENDWERTE ZUR ÜBERPRÜFUNG DES HAUPTEFFEKTS UND DER
 ‚BELÄSTIGUNG‘ (5-STUFIGE SKALA)
 TABELLE 43: SCHEFFÉ-TESTS FÜR DIE FAKTORSTUFEN DER VARIABLEN ‚BELÄSTIGUNG‘ FÜR DIE
 MORGEN UND ABENDWERTE DER MDBF-DATEN
 TABELLE 44: MULTIVARIATE, ZWEIFAKTORIELLE KOVARIANZANALYSE FÜR DIE MDBF-
 MORGENWERTE MIT DEN FAKTOREN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘
 SOWIE DER KOVARIATEN ‚BELÄSTIGUNG‘
 TABELLE 45: KOVARIANZANALYSE FÜR DIE MDBF-MORGENWERTE MIT DEN FAKTOREN ‚ANZAHL
 DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEN MODERATOREN ALS KOVARIATEN
 TABELLE 46: DESKRIPTIVE KENNWERTE DER EBF-DATEN FÜR DIE EXPERIMENTALGRUPPE (NUR
 NACH DER BASISNACHT UND DEN FLUGLÄRMNÄCHTEN, NÄCHTE 2-11)
 TABELLE 47: ÜBERPRÜFUNG DER NORMALVERTEILUNG DER EBF-DATEN MITTELS DES
 KOLMOGOROV-SMIRNOV-TESTS FÜR DIE EXPERIMENTALGRUPPE (NACH DEN NÄCHTEN 2-
 11).
 TABELLE 48: DESKRIPTIVE KENNWERTE DER EBF- DATEN FÜR DIE KONTROLLGRUPPE (NUR NACH
 DEN NÄCHTEN 2-11)
 TABELLE 49: ÜBERPRÜFUNG DER NORMALVERTEILUNG DER EBF-DATEN FÜR DIE
 KONTROLLGRUPPE (NACH DEN NÄCHTEN 2-11).
 TABELLE 50: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN FLUGLÄRMPARAMETERN UND EBF-DATEN (WERTE
 NACH DER BASISNACHT UND DEN FLUGLÄRMNÄCHTEN)
 TABELLE 51: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN MODERATORVARIABLEN ALTER,
 VORBELASTUNG DURCH NACHTFLUGLÄRM, DER EINSTELLUNG GEGENÜBER FLUGLÄRM UND
 DER ÜBERZEUGUNG: CHANCEN GEGEN FLUGLÄRMUND DEN EBF-DATEN.
 TABELLE 52: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN PERSONENMERKMALEN ‚ALLGEMEINE
 LEBENSZUFRIEDENHEIT‘, ‚ERREGBARKEIT‘, ‚GESUNDHEITSSORGEN‘, ‚EXTRAVERSION‘ SOWIE
 ‚EMOTIONALITÄT‘ UND DEN EBF-DATEN
 TABELLE 53: PARTIALKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN FLUGLÄRMPARAMETERN UND DEN EBF-
 DATEN UNTER ‚HERAUSPARTIALISIEREN‘ DER MODERATORVARIABLEN
 TABELLE 54: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN DER MEDIATORVARIABLEN ‚BELÄSTIGUNG‘ EINMAL
 AUF EINER 5-STUFIGEN LIKERTSKALA: WERTE UND ZUM ANDEREN AUF DER
 ‚THERMOMETER‘-SKALA UND DEN EBF-DATEN
 TABELLE 55: PARTIALKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN FLUGLÄRMPARAMETERN UND DEN EBF-
 DATEN UNTER ‚HERAUSPARTIALISIEREN‘ DER MEDIATORVARIABLEN ‚BELÄSTIGUNG‘ (AUF 5-
 STUFIGER LIKERT-SKALA GEMESSEN)

TABELLE 56: KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN NACH SPEARMAN FÜR DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN EBF-DATEN UND DER LEISTUNG AM MORGEN UND ZUM VERGLEICH DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN FLUGLÄRM- UND LEISTUNGSPARAMETERN

TABELLE 57: RANGKORRELATIONEN ZWISCHEN DEN EBF-DATEN UND DEN ADRENALIN-, NORADRENALIN UND CORTISOLWERTEN AUS DEM 8H-SAMMELURIN DER NACHT UND DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN HORMONWERTEN UND DEN FLUGLÄRMPARAMETER

TABELLE 58: RANGKORRELATION NACH SPEARMAN FÜR DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DEN EBF-DATEN UND DEN SELBSTEINSCHÄTZUNGEN DES SCHLAFES (SCHLAFQUALITÄT UND AUFWACHHÄUFIGKEIT) SOWIE DIE ZWISCHEN LÄRMPARAMETER UND SCHLAF (SELBSTEINSCHÄTZUNG)

TABELLE 59: PAARVERGLEICH DER EBF-WERTE FÜR DIE UNTERSCHIEDUNG DES FLUGLÄRMS INFOLGE VON STARTENDEN ODER LANDENDEN FLUGZEUGEN

TABELLE 60: PAARVERGLEICH DER EBF-WERTE FÜR DIE UNTERSCHIEDUNG DES FLUGLÄRMS INFOLGE VON STARTENDEN ODER LANDENDEN FLUGZEUGEN

TABELLE 61: PAARVERGLEICH DER MESSWERTE NACH VERSCHIEDENEN LABORNÄCHTEN (WILCOXON-TEST, 1-SEITIGE TESTUNG) FÜR DIE EBF-WERTE DER EXPERIMENTALGRUPPE

TABELLE 62: PAARVERGLEICH DER MESSWERTE NACH VERSCHIEDENEN LABORNÄCHTEN (WILCOXON-TEST, 2-SEITIG) FÜR DIE EBF-WERTE DER KONTROLLGRUPPE

TABELLE 63: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER EBF-WERTE DER **KONTROLL-** UND DER **EXPERIMENTALGRUPPE** NACH DER BASISNACHT (NACHT 2)

TABELLE 64: MANN-WHITNEY-U-TEST (1-SEITIGE TESTUNG) FÜR DEN VERGLEICH DER EBF-WERTE (BEZEICHNUNG S. TABELLE 46) DER **KONTROLL-** UND DER **EXPERIMENTALGRUPPE** NACH DEN NÄCHTEN 3 –11

TABELLE 65: MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR DEN VERGLEICH DER EBF-WERTE DER **KONTROLL-** UND DER **EXPERIMENTALGRUPPE** NACH NACHT 12

TABELLE 66: DIE ERGEBNISSE DES WILCOXON-TESTS FÜR DEN PRÄ-/POST-VERGLEICH DIE MITTELWERTE DER JEWEILS AN 5 MESSTAGEN VOR UND NACH DER LABORSTUDIE ERHOBENEN UND GEMITTELTEN EBF-DATEN DER EXPERIMENTALGRUPPE.

TABELLE 67: DIE ERGEBNISSE DES WILCOXON-TESTS FÜR DEN PRÄ-/POST-VERGLEICH DER MITTELWERTE VON JEWEILS 5 MESSTAGEN VOR UND NACH DER LABORSTUDIE ERHOBENEN EBF-DATEN

TABELLE 68: VERGLEICH DER AN 5 TAGEN VOR DER LABORSTUDIE ERHOBENEN UND GEMITTELTEN EBF-WERTE (BEZEICHNUNG S. TABELLE 46) VON **KONTROLL-** UND **EXPERIMENTALGRUPPE**

TABELLE 69: VERGLEICH DER AN 5 TAGEN NACH DER LABORSTUDIE ERHOBENEN UND GEMITTELTEN EBF-WERTE VON **KONTROLL-** UND **EXPERIMENTALGRUPPE**

TABELLE 71: UNIVARIANTE, ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER HAUPTEFFEKTE UND DER FAKTOREN ‚HÄUFIGKEIT DER FLUGLÄRMEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEREN INTERAKTION FÜR DEN HAUPTSCORE ‚ERHOLUNG‘

TABELLE 72: ZWEIFAKTORIELLE, MULTIVARIANTE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER HAUPTEFFEKTE UND DER FAKTOREN ‚HÄUFIGKEIT DER FLUGLÄRMEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEREN INTERAKTION FÜR DIE BEIDEN UNTERSKALEN DES BEANSPRUCHUNGSBEREICHS UEBMUED = ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK UND BEL-SOM = KÖRPERLICHE BELASTUNG

TABELLE 73: UNIVARIATE, ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER HAUPTEFFEKTE UND DER FAKTOREN ‚HÄUFIGKEIT DER FLUGLÄRMEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEREN INTERAKTION FÜR DIE UNTERSKALA DES ERHOLUNGSBEREICHES ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ (SCHLAF)

TABELLE 74: ERGEBNISSE ZWEIER SCHEFFÉ-TESTS ZUM VERGLEICH DER FAKTORSTUFEN DER VARIABLEN ‚ANZAHL DER FLUGLÄRMEREIGNISSE‘ FÜR DIE UNTERSKALEN DER BEANSPRUCHUNG (UEBMUED = ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK; BEL-SOM = KÖRPERLICHE BELASTUNG) UND FÜR UNTERSKALA DER ERHOLUNG (SCHLAF = ERHOLSAMER SCHLAF)

TABELLE 75: UNIVARIATE VARIANZANALYSE FÜR DEN HAUPTSCORE ‚BELASTUNG‘ ZUR ÜBERPRÜFUNG DES EFFEKTS DER ‚3DB(A)-KATEGORIEN DES MITTELUNGSPEGEL‘

TABELLE 76: UNIVARIATEN VARIANZANALYSE FÜR DEN HAUPTSCORE ‚ERHOLUNG‘ ZUR ÜBERPRÜFUNG DES EFFEKTS DER ‚3DB(A)-KATEGORIEN DES MITTELUNGSPEGEL‘

TABELLE 77: MULTIVARIATE VARIANZANALYSE FÜR DIE UNTERSKALEN ‚ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK‘ (UEBMUED) UND ‚KÖRPERLICHE BELASTUNG‘ (BEL-SOM) ZUR ÜBERPRÜFUNG DES EFFEKTS DER ‚3DB(A)-KATEGORIEN DES MITTELUNGSPEGELS‘²³⁶

TABELLE 78: UNIVARIATE VARIANZANALYSE FÜR DIE UNTERSKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ (SCHLAF) ZUR ÜBERPRÜFUNG DES EFFEKTS DER ‚3DB(A)-KATEGORIEN DES MITTELUNGSPEGEL

TABELLE 79: UNIVARIATE, EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DES HAUPTEFFEKTS DES 5-STUFIGEN FAKTORS ‚BELÄSTIGUNG‘ FÜR DEN HAUPTSCORE ‚BELASTUNG‘

TABELLE 80: UNIVARIATE, EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DES HAUPTEFFEKTS DES 5-STUFIGEN FAKTORS ‚BELÄSTIGUNG‘ FÜR DEN HAUPTSCORE ‚ERHOLUNG‘

TABELLE 81: UNIVARIATE, EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DES HAUPTEFFEKTS DES 5-STUFIGEN FAKTORS ‚BELÄSTIGUNG‘ AUF DIE UNTERSKALEN DES BEANSPRUCHUNGSBEREICHES

TABELLE 82: UNIVARIATE, EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DES HAUPTEFFEKTS DES 5-STUFIGEN FAKTORS ‚BELÄSTIGUNG‘ AUF DIE UNTERSKALEN DES ERHOLUNGSBEREICHES

TABELLE 83: SCHEFFÉ-TESTS ÜBER DIE FAKTORENSTUFEN DER BELÄSTIGUNG

TABELLE 84: UNIVARIATE, MEHRFAKTORIELLE KOVARIANZANALYSE MIT DEN FAKTOREN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ UND DER KOVARIATEN ‚BELÄSTIGUNG‘ FÜR DEN HAUPTSCORE ‚BELASTUNG‘

TABELLE 85: UNIVARIATE, MEHRFAKTORIELLE KOVARIANZANALYSE MIT DEN FAKTOREN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ UND DER KOVARIATEN ‚BELÄSTIGUNG‘ FÜR DEN HAUPTSCORE ‚ERHOLUNG‘

TABELLE 86: KOVARIANZANALYSE DIE EBF-SKALEN UEBMUED = ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK UND BEL-SOM = KÖRPERLICHE BELASTUNG MIT DER KOVARIATEN ‚BELÄSTIGUNG‘ UND DEN FAKTOREN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘

TABELLE 87: UNIVARIATE, MEHRFAKTORIELLE KOVARIANANALYSE MIT DEN FAKTOREN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ UND DER KOVARIATEN ‚BELÄSTIGUNG‘ FÜR DEN UNTERSKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘

TABELLE 88: UNIVARIATE KOVARIANZANALYSE FÜR DEN HAUPTSCORE ‚BELASTUNG‘ MIT DEN FLUGLÄRMPARAMETERN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEN SOZIODEMOGRAPHISCHEN UND PSYCHISCHEN KOVARIATEN

TABELLE 89: UNIVARIATE KOVARIANZANALYSE FÜR DEN HAUPTSCORE ‚ERHOLUNG‘ MIT DEN FLUGLÄRMPARAMETERN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEN KOVARIATEN DER SOZIODEMOGRAPHISCHEN UND PSYCHISCHEN MODERATOREN

TABELLE 90: MULTIVARIATE KOVARIANZANALYSE FÜR DIE UNTERSKALEN ‚ÜBERMÜDUNG - ZEITDRUCK‘ UND ‚KÖRPERLICHE BELASTUNG‘ MIT DEN FLUGLÄRMPARAMETERN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEN KOVARIATEN SOZIODEMOGRAPHISCHE UND PSYCHISCHE MODERATOREN.

TABELLE 91: UNIVARIATE KOVARIANZANALYSE FÜR UNTERSKALA ‚ERHOLSAMER SCHLAF‘ MIT DEN FLUGLÄRMPARAMETERN ‚ANZAHL DER FLUGEREIGNISSE‘ UND ‚MAXIMALPEGEL‘ SOWIE DEN KOVARIATEN SOZIODEMOGRAPHISCHE UND PSYCHISCHE MODERATOREN