

# ***Gesundheitsschäden bei Kindern durch Tiefflüge und andere Umwelteinflüsse***

F. Poustka und K. Schmeck



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart · Jena · New York · 1996





## **VEREIN FÜR WASSER-, BODEN- UND LUFTHYGIENE E.V.**

Der 1902 gegründete gemeinnützige Verein für Wasser-, Boden- und Luft-hygiene e.V. fördert das gleichnamige Institut.

Er tritt mit wissenschaftlichen Veranstaltungen auf den einschlägigen Gebieten der Umwelthygiene und der Gesundheitstechnik an die Öffentlichkeit.

Er gibt für seine Mitglieder die Schriftenreihe und die Literaturberichte über Wasser, Abwasser, Luft und feste Abfallstoffe heraus. Sie werden auch über den Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, vertrieben.

### **Geschäftsführender Vorstand:**

Oberstadtdirektor Dr. Klaus Bussfeld, Gelsenkirchen  
Dr. Fritz Bergmann, Essen  
Direktor Dr.-Ing. Heinz Tessorff, Berlin

### **Geschäftsführung:**

Dipl.-Ing. Heiner Nobis-Wicherding,  
Postfach 31 14 20, 10644 Berlin

***Gesundheitsschäden  
bei Kindern durch Tiefflüge  
und andere Umwelteinflüsse***

Vegetative Reaktionen und psychische  
Auffälligkeiten im Entwicklungsalter

F. Poustka und K. Schmeck

Die genannten Veröffentlichungen können beim Gustav Fischer Verlag, Postfach 72 01 43, D-70577 Stuttgart-Hohenheim, bestellt werden. Vereinsmitglieder können die Veröffentlichungen beim Verein zu Vorzugspreisen erwerben.

Mit \* gekennzeichnete Nummern sind vergriffen.

Der gemeinnützige Verein fördert insbesondere die wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Wer an Informationen über den Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V. interessiert ist oder Mitglied dieses Vereins werden möchte, wende sich bitte direkt an den Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V., Postfach 31 14 20, 10644 Berlin, Telefon (030) 8644 57 46.

Alle Rechte der Übersetzung vorbehalten

© Copyright 1996 by Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene,  
Berlin-Wilmersdorf

Printed in Germany

ISBN 3-437-25168-6

Herstellung:

Regina-Druck / Gloria-Verlag, Hanshelmut Glökler, Inh.: Michael Knüppelholz,  
Brunsbütteler Damm 51-53, 13581 Berlin, Tel.: 030 / 331 50 30



# Inhalt

<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>Psychophysiologische Untersuchungen .....</b>	<b>7</b>
<b>Allgemeine Aspekte .....</b>	<b>7</b>
<i>Streß und Aktivierung .....</i>	<i>9</i>
<i>Reaktionsmuster .....</i>	<i>12</i>
<b>Anwendungsbereiche psychophysiologischer Forschung .....</b>	<b>14</b>
<i>Nichtklinische Forschungsbereiche .....</i>	<i>14</i>
<i>Klinische Psychophysiologie .....</i>	<i>15</i>
<i>Psychophysiologie und Psychopathologie .....</i>	<i>17</i>
<i>Entwicklungspsychophysiologie .....</i>	<i>19</i>
<b>Psychophysiologische Parameter .....</b>	<b>21</b>
<i>Herzfrequenz .....</i>	<i>22</i>
<i>Blutdruck .....</i>	<i>23</i>
<i>Elektrodermale Aktivität .....</i>	<i>24</i>
<i>Muskelspannung .....</i>	<i>26</i>
<i>Motorische Aktivität .....</i>	<i>27</i>
<b>Grundlegende Aspekte psychophysiologischer Messungen .....</b>	<b>27</b>
<i>Stabilität psychophysiologischer Messungen .....</i>	<i>27</i>
<i>Validität psychophysiologischer Messungen .....</i>	<i>29</i>
<b>Begründung der Untersuchungsstrategie .....</b>	<b>30</b>
<b>Epidemiologische Untersuchungsergebnisse zum Verhalten und zu psychischen / psychosomatischen Störungen von Kindern: Welche Merkmale müssen erfaßt werden? .....</b>	<b>30</b>
<b>Zur Strategie epidemiologischer Untersuchungen: das 2-stufige Vorgehen .....</b>	<b>34</b>
<b>Falldefinition und Schwellenwerte für psychische / psychosomatische Störungen .....</b>	<b>35</b>
<b>Die Behandlung von Nichtteilnehmern an der Studie .....</b>	<b>37</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>39</b>
<b>Grundlagen der auf Tieffluglärm bezogenen Untersuchung .....</b>	<b>39</b>
<b>Einführung in die Untersuchungen zur Belastung durch Lärm, speziell durch Fluglärm .....</b>	<b>39</b>
<b>Zusammenfassung über die Literatur zu Lärmauswirkungen .....</b>	<b>43</b>
<i>Studien zu Blutdruckveränderungen: .....</i>	<i>43</i>
<i>Studien zu Auswirkungen auf die Herzaktion: .....</i>	<i>44</i>
<i>Hautleitfähigkeitsveränderungen: .....</i>	<i>44</i>
<i>Veränderung der Muskelspannung unter Lärmeinwirkung: .....</i>	<i>45</i>
<i>Habituation auf Lärm: .....</i>	<i>45</i>
<i>Psychische Auswirkungen .....</i>	<i>46</i>
<b>Zusammenfassung der vorliegenden Untersuchungen .....</b>	<b>47</b>
<b>Untersuchungsziele .....</b>	<b>48</b>
<b>Objektive Lärmmessungen und subjektive Angaben .....</b>	<b>49</b>

Gegenüberstellung von Untersuchungen im Labor und im Feld	51
Zusammenfassung	51
Untersuchungsmethodik	53
Die Untersuchungsinstrumente zur Erfassung des Verhaltens	53
<i>Beschreibung des Screeningverfahrens</i>	54
<i>Die Untersuchungsinstrumente der 2. Stufe (Interviews der Hauptuntersuchungsphase)</i>	57
Psychophysiologische Untersuchung	61
<i>Herzfrequenz</i>	62
<i>Blutdruck</i>	63
<i>Hautleitfähigkeit</i>	63
<i>Muskelspannung</i>	64
<i>Aktivität</i>	65
<i>Durchführung und Auswertung</i>	66
Untersuchungsgang und Dauer der Untersuchung (unter Einschluß der orientierenden psychologischen Testung der Kinder)	68
Die Lärmmessungen der Landesimmissionsanstalt in Essen	69
Probandenauswahl und Ablauf der Untersuchung	72
<i>Auswahl für die Untersuchung zur zweiten Untersuchungsstufe</i>	77
Zusammenfassung	79
Auswertungsstrategien	80
Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse	80
Durchführung der Zusammenhangsanalyse	81
Vorbereitungen für spätere Verlaufsuntersuchungen	82
Die Formulierung der Fragestellung des Projektes	82
Zusammenfassung	83
Beschreibende Darstellung der Ergebnisse	84
Ergebnisse der objektiven Lärmmessung	84
Angaben zur Fluglärmbelastung im Fragebogen-Screening	90
<i>Zur Frage der Innenohrschädigung durch Tieffluglärm</i>	93
Beschreibung der im Fragebogen - Screening (1. Untersuchungsstufe) erfaßten Population	94
<i>Die Symptomliste - (psychopathologische Kennwerte im CBCL - Fragebogen)</i>	97
Angaben zur Fluglärmbelastung im Interview (Angaben der 2. Untersuchungsstufe)	102
Verhaltensmerkmale der Kinder	106
<i>Diagnosen nach DSM-III-Kriterien und Häufigkeit von</i>	
<i>Diagnosen nach Angaben der Eltern und Kinder</i>	106
<i>Symptomschweregrade über alle Kinder und Verteilung der Symptomschwerescores und Diagnosen nach Gebiet</i>	108

<i>Soziodemographische Merkmale: Sozioökonomischer Status und Arbeitslosigkeit</i> .....	111
<i>Familiäre Beziehungsstruktur</i> .....	112
<i>Morbiditätsbelastung und Probleme der Eltern</i> .....	114
<i>Lebensumstände des Kindes</i> .....	116
<i>Zusammenhang zwischen psychosozialer Hintergrundbelastung und psychischer Auffälligkeit</i> .....	117
<b>Individuelle Merkmale des Kindes</b> .....	118
<i>Neurologische Auffälligkeiten</i> .....	118
<i>Ergebnisse der Messung des intellektuellen Verhaltens</i> .....	119
<i>Ergebnisse psychophysiologischer Untersuchungen</i> .....	120
<b>Zusammenfassung</b> .....	125
<b>Analyse und Interpretation der Zusammenhänge</b> .....	129
<b>Zu den Zusammenhängen zwischen subjektiven Angaben zur Tieffluglärmbelastung und objektiven Angaben der Tiefflugtätigkeit</b> .....	129
<i>Analyse möglicher Verzerrungen durch Nichtteilnehmer</i> .....	131
<i>Assoziationen mit belastenden Faktoren, die ein psychosoziales Risiko für Kinder darstellen</i> .....	133
<b>Zusammenfassung</b> .....	136
<b>Extremgruppenvergleiche</b> .....	137
<i>Zusammenhangsanalyse zwischen der psychischen Auffälligkeit, den verschiedenen psychophysiologischen Maßen und der psychosozialen Belastung der Kinder</i> .....	137
<i>Somatische Störungen</i> .....	151
<b>Zusammenfassung</b> .....	152
<b>Zum Ergebnis der Untersuchung: welchen Einfluß haben Umwelteinflüsse auf die Gesundheit von Kindern?</b> .....	153
<i>I. Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf die psychische Befindlichkeit der Kinder</i> .....	153
<i>II. Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf psychophysiologische Reaktionsweisen der Kinder</i> .....	154
<i>III. Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf das psychosomatische Befinden der Kinder</i> .....	154
<b>Ausblick: Vorschläge für weiterführende Untersuchungen</b> .....	155
<b>Zusammenfassung</b> .....	156
<b>Literatur</b> .....	157



## Vorwort

Bis 1990 waren in besonderen Gebieten (Areas) der Bundesrepublik Deutschland militärische Tiefflugübungen bis zu einer Mindesthöhe von 75 m über Grund erlaubt. Im übrigen Bundesgebiet - mit Ausnahme größerer Städte, besonders gefährdeter Anlagen und eines Gebietsstreifens entlang der östlichen Grenze - war Tiefflug bis herab zu 150 m gestattet. Im September 1990 wurde die Tiefflugmindesthöhe generell auf 300 m angehoben. Die damit erzielte Reduzierung der Tieffluglärmbelastung der Bevölkerung führte zu einer deutlichen Verringerung der Belästigung. Während 1989 noch 20% der Bevölkerung durch Fluglärm (zivil und militärisch) stark belästigt waren, sank der Prozentsatz im Jahr 1994 auf 10%. Da sich in dieser Zeit der zivile Fluglärm nicht wesentlich änderte, ist diese Abnahme der Belästigung auf die Verringerung des Tieffluglärms zurückzuführen.

Die starke Belästigung der Bevölkerung durch den militärischen Tieffluglärm bis 1990 war verbunden mit der Befürchtung, daß besonders Kinder durch diesen Lärm Gesundheitsschäden erleiden könnten. Dabei standen neben Hörschäden vor allem psychische und psychosomatische Schädwirkungen im Vordergrund. In der vorliegenden Studie wird diesen Befürchtungen mit ausgezeichneter wissenschaftlicher Methodik nachgegangen. Zur Quantifizierung der Tieffluglärmbelastung standen die Ergebnisse umfangreicher Schallpegelmessungen der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen zur Verfügung. Im Vergleich zu anderen 75-m-Areas war das Untersuchungsgebiet Münsterland mittelstark belastet. Den bis zum Jahre 1990 bei dieser Belastung erhobenen Befunden erhöhter Ängstlichkeit von Kindern - die als Risikogruppe einzustufen sind - kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

Zur Anhebung der Mindestflughöhe schrieb der Interdisziplinäre Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt im Jahr 1992:

*„ ...Durch die im September 1990 vom Bundesminister der Verteidigung angeordnete Anhebung der Mindestflughöhe für militärische Tiefflüge auf 300 m sind akute Gesundheitsrisiken deutlich gesenkt worden... Der Arbeitskreis hält es für notwendig, insbesondere auch im Bereich der psychischen und sozialwissenschaftlichen Wirkungen, alle methodischen Möglichkeiten zu nutzen, um ein objektives, umfassendes Bild über Art und Umfang dieser Beeinträchtigungen zu erhalten, ihren Zusammenhang mit spezifischen Geräuschmerkmalen zu analysieren und die Mechanismen zu erforschen, die die starke Betroffenheit der Bevölkerung auslösen.“*

Die vorgelegte Arbeit ist ein wichtiger Beitrag zu der geforderten Klärung des Zusammenhanges zwischen Tieffluglärm und psychischen sowie psychosomatischen Wirkungen.

Hartmut Ising

## Einleitung

Psychophysiologie ist ein vergleichsweise junger Wissenschaftszweig an der Schnittstelle zwischen Medizin, Biologie und Psychologie. Forschungsgegenstand sind die physiologischen Begleiterscheinungen menschlichen Verhaltens. In der Grundlagenforschung geht es vor allem um ein besseres Verständnis psychischer Prozesse wie Orientierungsreaktionen, Informationsverarbeitung, Streßreaktionen oder Entwicklung und Differenzierung von Emotionen. Gesucht wurden auch biologische Marker für psychiatrische Erkrankungen wie z.B. die Schizophrenie. Die Verbindung zwischen psychischen und somatischen Prozessen soll ebenfalls das Verständnis erhöhen für die Entstehung von psychosomatischen Störungen. Ein großer Vorteil der Psychophysiologie besteht dabei darin, daß Veränderungen in physiologischen Systemen bereits vor dem Auftreten manifester morphologischer Veränderungen nachweisbar sind.

Ein neuerer Zweig ist die Entwicklungspsychophysiologie, die sowohl Beiträge zur Theoriebildung in der Entwicklungspsychologie als auch zur Erfassung von frühen und sensiblen Indikatoren für Entwicklungsstörungen liefern kann (MAIER et al. 1994). Während für das Säuglingsalter eine große Zahl an Befunden vorliegt, gibt es jedoch für das Kindes- und Jugendalter kaum Untersuchungen, so daß weder ausreichende Werte für normale Entwicklungsverläufe noch für Entstehung und Verlauf von Störungen der Entwicklung vorliegen. ("Für das Kindes- und Jugendalter liegen im Gegensatz zur intensiven Erforschung des Säuglingsalters bisher vergleichsweise wenige psychophysiologische Studien vor. ... Ebenso mangelt es an größer angelegten Studien, die psychologische und psychophysiologische Entwicklungsforschung in diesem Altersbereich parallel und integrativ betreiben." MAIER et al. 1994 S. 116-117) Mit der vorliegenden Arbeit möchten wir versuchen, diese Lücke ein wenig mehr schließen zu helfen.

Ziel dieser Untersuchung war es, somatische und psychische Störungen von Kindern zu untersuchen im Zusammenhang mit abnormen Belastungen aus dem Umfeld, in dem die Kinder leben. Dabei wurde als Forschungsparadigma die Auswirkung eines als potentiell schädlich eingeschätzten Faktors der weiteren Lebensumwelt der Kinder (in dieser Untersuchung militärischer Tieffluglärm) in Verbindung gesetzt zu den bekannt schädlichen Auswirkungen psychosozialer Stressoren bei gleichzeitiger Kontrolle einer Reihe von kinderspezifischen Variablen wie Intelligenz oder neurologischem Status. Die Studie hatte also die Aufgabe festzustellen, ob durch die

relativ hohe Belastung durch militärischen Tieffluglärm im Untersuchungsgebiet eine deutliche psychische oder somatische Gefährdung erkennbar ist, die über die Auswirkungen psychosozialer Umfeldbelastungen mit besonderem Risiko für die psychische Stabilität und ungünstige individuelle Merkmale der Kinder hinaus geht (POUSTKA & SCHMECK 1990, POUSTKA et al. 1991).

Die dargestellte Untersuchung kann ein generelles Modell für die Erfassung von Umwelteinflüssen liefern. Es ist notwendig, solche Untersuchungen epidemiologisch durchzuführen und nicht nur kranke Probanden zu erfassen. Offenkundige Umweltbelastungen verführen zu vorschnellen kausalen Krankheitsattributionen. In einem breiter angelegten epidemiologischen Forschungsansatz mit einer unausgelesenen Stichprobe können demgegenüber verschiedene Umfeldeinflüsse in ihrer relativen Bedeutsamkeit für die Entstehung und Aufrechterhaltung von Störungen erfaßt werden.

Begonnen wurde diese Untersuchung nach einer Reihe von Diskussionen zwischen Vertretern verschiedener Ministerien des Landes Nordrhein-Westfalen, Angehörigen von Bürgerinitiativen gegen Tieffluglärm und Experten verschiedener Fachrichtungen. Nicht nur im Westmünsterland führte dies zu oft sehr kontroversen Auseinandersetzungen der Experten aus den verschiedenen Fachgebieten (vor allem Vertreter verschiedener medizinischer Fächer und Physiker) zur Frage der Gesundheitsgefährdung durch tieffliegende Strahlflugzeuge. Diese Frage sollte insbesondere durch die Untersuchung an betroffenen Kindern geklärt werden, dabei wurden Belastungen vor allem auf psychosomatischen und psychischen Gebieten angenommen. Die Finanzierung der Untersuchung wurde durch das Land Nordrhein-Westfalen getragen. Gleichzeitig wurde auch die Landesanstalt für Immissionsschutz in Essen beauftragt, Lärmmessungen in beiden Untersuchungsgebieten durchzuführen.

Neben der Lärmmessung durch die Landesimmissionsanstalt sollte eine Felduntersuchung südwestlich von Münster, in der sogenannten Area 2, wie auch in einem angrenzenden Gebiet, südöstlich von Münster, durchgeführt werden. Die Area 2 war eines der 7 militärischen Übungsgebiete in der Bundesrepublik, in denen militärische Tiefflüge bis in die Höhe von 75 m hinab durchgeführt wurden, während in den übrigen Gebieten (so es nicht besondere Bestimmungen wegen des Verbots der Überflüge in geringer Höhe bei Städten oder Flugplätzen und dergleichen gibt) Übungen nur bis zur Mindesthöhe von 150 m durchgeführt werden durften. Einige Orte südöstlich von Münster wurden deshalb als sogenannte Kontrollgebiete ausge-



wählt, um die Art und den Intensitätsgrad von Störungen bei den untersuchten Kindern in vergleichbarer Weise gegenüberstellen zu können.

Eben weil die Art und Häufigkeit psychischer und psychosomatischer Störungen von Kindern mit verschiedenen Belastungen (familiären bis konstitutionellen) einhergeht, mußten zur Beantwortung der zweiten Frage, nämlich inwieweit Umweltimmissionen wie militärischer Tieffluglärm hier eine Auswirkung zukommt, Kinder und ihre Umwelt sehr sorgfältig in mindestens zwei verschiedenen Gebieten untersucht werden, um die isolierte Bedeutung des Tiefflugbetriebes herausfiltern zu können. Deshalb wurde diese Untersuchung in Orten mit hoher bzw. mit relativ geringer Belastung durch militärische Tiefflüge durchgeführt.

Zum Zeitpunkt der Durchführung dieser Untersuchung war die jetzt eingetretene politische Entspannung noch nicht vorauszusehen. Die militärischen Tiefflugübungen haben seither an Intensität und Häufigkeit abgenommen, aber die Frage, inwieweit ein plötzliches, überraschendes, heftiges und oft sich wiederholendes Ereignis psychische und physische Auswirkungen hat, ist dadurch nicht bedeutungslos geworden. Auch ist der Stellenwert des Tieffluglärms als Forschungsparadigma bei der Untersuchung von Umweltbelastungen davon nicht betroffen.

Festzuhalten ist, daß die vorliegende Untersuchung an über 300 Kindern und Jugendlichen die weltweit größte Feldstudie im Bereich der psychophysiologischen Forschung in diesem Altersbereich darstellt. Es konnte sowohl gezeigt werden, daß mit den gegenwärtig zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten eine solche Studie durchgeführt werden kann, als auch daß die Erhebung von psychophysiologischen Parametern einen wertvollen Beitrag zur Erfassung von Umweltbelastungen unterhalb einer klinisch bedeutsamen Schwelle und gleichzeitig einen ebenfalls bedeutsamen Beitrag zum Verständnis der Entstehung und Aufrechterhaltung von psychischen Störungen bei Kindern und Jugendlichen liefern kann.

## **Psychophysiologische Untersuchungen**

### **Allgemeine Aspekte**

Zur adäquaten Beschreibung des aktuellen Zustands eines Menschen müssen drei Ebenen erfaßt werden: das äußerlich sichtbare Verhalten, das innere subjektive Erleben sowie der physiologische Zustand. Alle drei Ebenen können getrennt voneinander erfaßt werden, stehen aber in einem engen Zusammenhang mit intensiven Wechselwirkungen. Ein Teil dieser Wech-

selwirkungen sind der Gegenstand des Wissenschaftszweigs 'Psychophysiologie', der im Übergangsbereich zwischen Medizin, Biologie und Psychologie steht und versucht, die reduktionistische Trennung zwischen psychischen und physischen Vorgängen beim Menschen aufzuheben. ("Psychophysiology ... is characterized by an emphasis on human behavior as a complex system in which physiological responses, subjective experiences and overt behavior interact in complex ways such that to separate out any one of these aspects from the others is to severely limit the theoretical or practical value of any explanatory models that are developed." CHRISTIE & GALE 1987, S.8)

BECKER-CARUS et al (1979) sehen z.B. das allgemeine Ziel der Psychophysiologie in der "Definition der Beziehungszusammenhänge zwischen dem beobachtbaren Verhalten des Organismus einerseits und den physiologischen Prozessen andererseits ..." (S.1) SCHANDRY (1989) wählt folgende Definition: "Die Psychophysiologie behandelt in erster Linie die *physiologischen Begleiterscheinungen menschlichen Verhaltens* und versucht, deren Auftretensbedingungen, differentielle Ausprägtheit, innerorganismischen Wirkungszusammenhänge und biologische Bedeutsamkeit aufzuheben." (S.1)

In ihrem grundlegenden Werk 'Principles of psychophysiology' heben CACIOPPO und TASSINARY (1990) die Bedeutung der Psychophysiologie für die Untersuchung von Interaktionen zwischen Mensch und physikalischen sowie sozialen Umwelteinflüssen hervor: "To summarize, psychophysiology is based on the assumptions that human perception, thought, emotion, and action are embodied phenomena and that the physical responses of the corporeal body, in an appropriate experimental design, can shed light on human nature. The level of analysis in psychophysiology is not on isolated components of the body, but rather on organismic-environmental transactions, with reference to both physical and sociocultural environments. Psychophysiology can therefore be defined as the scientific study of social, psychological, and behavioral phenomena as related to and revealed through physiological principles and events." (CACIOPPO & TASSINARY 1990, S.10-11)

Bis vor einigen Jahren war es aufgrund der Größe und des Gewichts von psychophysiologischen Meß- und vor allen Dingen Aufzeichnungsgeräten nicht möglich, Untersuchungen im Feld durchzuführen. Deshalb ist das vorhandene Wissen fast ausschließlich in einer Vielzahl von Laborexperimenten gesammelt worden. Dabei wurden die technischen Möglichkeiten immer

weiter perfektioniert und die Untersuchungsbedingungen weitgehend standardisiert, um verfälschende Umwelteinflüsse auszuschalten. Da psychophysiologische Messungen fehleranfällig sind und Artefakte nicht immer leicht zu erkennen sind, ist eine ausgefeilte Methodik notwendig, damit nicht Artefakte interindividuelle Unterschiede vortäuschen oder aber, was wahrscheinlicher ist, im meßfehlerbedingten 'Rauschen' intraindividuelle Stabilität oder interindividuelle Unterschiede verschwinden.

Die weitgehende Konstanz der Umgebungsbedingungen kann in einer Felduntersuchung nicht vergleichbar zu Laborbedingungen eingehalten werden. Andererseits sind die natürlichen Lebensbedingungen von Menschen in der Regel deutlich unterschiedlich von der perfektionierten Laborumgebung. Wenn durch die Entwicklung tragbarer Aufzeichnungsgeräte seit einigen Jahren psychophysiologische Untersuchungen außerhalb der künstlichen Laborumgebung möglich sind, bringt dies Vor- und Nachteile mit sich: Der größeren Fehleranfälligkeit der Messungen (und damit auch einer größeren Fehlervarianz der auch unter Laborbedingungen schon durch eine große Varianz gekennzeichneten Meßdaten) steht eine größere ökologische Validität gegenüber. Damit ist die Übertragbarkeit der Meßergebnisse auf reale Lebensereignisse leichter möglich. Vorstellbar ist ebenfalls der Versuch, unter standardisierten Laborbedingungen gefundene Ergebnisse durch Felduntersuchungen zu validieren.

Bei psychophysiologischen Untersuchungen zeigt sich sowohl eine hohe inter- als auch intraindividuelle Varianz der Meßdaten. Dies bedeutet, daß sowohl die Unterschiede zwischen verschiedenen Personen als auch innerhalb einer Person zu verschiedenen Meßzeitpunkten groß sind. Außerdem haben sich die verschiedenen psychophysiologischen Parameter nicht als unidirektional erwiesen (FAHRENBERG et al. 1979), d.h. sie zeigen teilweise ein gegensätzliches oder zumindest nur gering korreliertes Verhalten, wodurch die Interpretation psychophysiologischer Messungen weiter erschwert wird. Da zur Zeit kein einheitliches und allgemein anerkanntes Theoriegebäude in der Psychophysiologie vorhanden ist, sind zumindest übergreifendere Konzepte notwendig, um Interpretationen zu ermöglichen.

### **Stress und Aktivierung**

Aktivierung (englisch: arousal) und Stress stellen grundlegende Konzepte der Psychophysiologie dar, mit denen Reaktionen des Körpers auf externe oder interne Stimuli beschrieben werden können. Während Aktivierung ganz allgemein den physiologischen Erregungszustand eines Organismus



kennzeichnet, wird unter Streß die Antwort des Organismus auf einen Stressor, d.h. einen belastenden Reiz verstanden.

Im Anschluß an weniger bekannte Vorarbeiten von CANNON (1914) wurde der Begriff "Streß" von Selye in den 50er Jahren geprägt ("the state manifested by a specific syndrome which consists of all the nonspecifically-induced changes within a biological system." SELYE 1978, S.64). Hervorzuheben ist, daß im Gegensatz zur Umgangssprache, in der das Wort "Streß" weite Verbreitung gefunden hat, unter "Streß" nicht die auslösenden Ereignisse (Stressoren), sondern die unspezifische Reaktion des Körpers auf diese Auslöser zu verstehen ist. Diese unspezifische Reaktion auf ein länger dauerndes Einwirken von Stressoren besteht nach Selye aus drei Phasen, dem "Allgemeinen Adaptationssyndrom"(SCHANDRY 1989):

*1. Alarmreaktion:*

- Sympathische Erregung
- erhöhte Konzentration von Noradrenalin, Adrenalin, ACTH, Corticosteroiden

*2. Widerstandsphase:*

- Steigerung des Glucosestoffwechsels
- Empfindlichkeitssteigerung der Gefäße für Noradrenalin/Adrenalin
- Dämpfung der Schilddrüsen- und Sexualfunktion
- Störung/Unterbrechung des Menstruationszyklus

*3. Erschöpfungsphase:*

- Zusammenbruch von Reproduktions-/Wachstumsfunktionen und Immunabwehr
- Vergrößerung der Nebennieren
- Schrumpfung der Thymusdrüsen
- Bildung von Magengeschwüren
- Energiemobilisierung nur kurzzeitig möglich

Die Alarmreaktion tritt ein, wenn der Organismus mit Reizen (Stressoren) konfrontiert wird, an die er nicht angepaßt ist. Diese Stressoren können sowohl physischer (z.B. Lärm, Hitze) als auch psychischer Natur sein (z.B. Bedrohung des Selbstwertgefühls oder Verlust enger Bindungen).

Während Selye als Hauptwege der Streßreaktion das Hypothalamus-Nebennieren-System (Ausschüttung von Katecholaminen) und das Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-System (Ausschüttung von ACTH und Corticosteroiden) sieht und damit biochemische Parameter als Hauptindikatoren verwendet, hatte Cannon die Reaktionen des sympathischen

Nervensystems in den Vordergrund gestellt. In einer Weiterentwicklung der Streßtheorie beschrieb MASON (1968) die grundlegende Bedeutung psychologischer Mechanismen als vermittelnde Variablen der Streßreaktion, womit die Bedeutung neokortikaler und limbischer Systeme angesprochen wird. Auch in neueren Konzepten der Streßforschung wird jedoch die Bedeutung autonomer Aktivierung als grundlegende und erste Antwort des Organismus auf schädliche Reize betont (JOHNSON & ANDERSON 1990).

Das Arousal-Konzept ist eines der grundlegendsten und am häufigsten verwandte Konzept in der psychophysiologischen Forschung. Im deutschen kann der Begriff 'Arousal' (im englischen synonym verwandt mit 'Activation') übersetzt werden mit 'Aktivierung' oder 'Aktiviertheit', wobei SCHANDRY (1989) in Übereinstimmung mit Fahrenberg 'Aktivierung' als einen Prozeß der Veränderung definiert, während 'Aktiviertheit' oder 'Aktivation' im Gegensatz dazu einen Zustand beschreiben soll.

Nach Fahrenberg bezeichnet Aktivierung eine "universelle, in der Regel reversible Zustandsänderung des Menschen, die unter vielen primär physiologisch oder vielen primär psychologisch definierbaren Bedingungen in vielen psychologisch *und* physiologisch beschreibbaren Funktionen des Organismus auftreten bzw. ausgelöst werden kann." (FAHRENBURG 1980) Aktivierung bezieht sich somit auf den gesamten Organismus in allen seinen physischen und psychischen Funktionen und stellt ein konstituierendes Merkmal allen Verhaltens und Erlebens dar. "Psychophysische Aktivierungsprozesse begleiten alle menschlichen Lebensäußerungen. Es sind ebenso universelle Funktionen wie die Informationsverarbeitung und das Lernen." (FAHRENBURG et al. 1979)

Als Leitvariablen zur Erfassung von Aktivierung nennt SCHANDRY (1989):

- Anspannung, subjektiv erlebte Veränderung
- Mittelwert der Herzfrequenz
- Mittelwert der Pulsvolumenamplitude
- Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit
- EEG, Mittelwert der relativen Power im Bereich der Alphafrequenz
- EMG, mittlere Anspannung des Stirnmuskels
- Lidschlag
- Atemform, % Frequenzanteile der Atemkurve außerhalb der Atemfrequenz

Da verschiedene Parameter, die Aktivierung erfassen sollen, zum Teil in gegenläufige Richtungen abweichen, ist es nicht sinnvoll, einzelne Kenn-

werte als Indikatoren herauszugreifen und isoliert zu interpretieren. "Nur mit Erhebungsmethoden auf mehreren Meßebenen dürfte eine annähernd adäquate Operationalisierung des Aktivierungsprozesses möglich sein." (SCHANDRY 1989)

In zentralnervösen Aktivierungskonzepten wird vom sogenannten 'aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem (ARAS) gesprochen, worin die Bedeutung der *Formatio Reticularis* und ihrer aufsteigenden Bahnen zum Kortex für das Verständnis von Aktivierung angesprochen ist. Aus der Peripherie übertragene Reizimpulse afferenter Bahnen lösen sowohl spezifische Erregungen in den zugehörigen sensorischen Hirnrindenarealen als auch eine unspezifische und großflächige Aktivierung des Cortex im Sinne einer Desynchronisation aus (SCHANDRY 1989). Als weitere wichtige neuroanatomische Strukturen sind Thalamus und Limbisches System an der Aktivierung beteiligt. Vor allem das Limbische System wird mit dem Aktivierungsgeschehen bei motivationalen und emotionalen Prozessen in Verbindung gebracht.

### **Reaktionsmuster**

Psychophysiologische Reaktionen können unterschieden werden in *phasische Reaktionen* (physiologische Antworten auf spezifische Reize) und *unspezifische Reaktionen* (spontane Aktivitätsänderungen ohne erkennbaren Stimulus), die jeweils auf dem Hintergrund des aktuellen *tonischen Niveaus* (Ruhe- oder Hintergrundaktivität) ablaufen. Das tonische Niveau kann auch als Ausgangsaktivität vor Beginn einer Stimulierung aufgefaßt werden. Manche unspezifischen Reaktionen (wie die Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit) können als Parameter zur Beschreibung des tonischen Aktivierungsniveaus dienen (STERN & SISON 1990).

Genauso grundlegend wie das Aktivierungskonzept ist für die Psychophysiologie das Habituationskonzept. Habituation wird definiert als "fortschreitende Abnahme motorischer und i.e.S. physiologischer Reaktionen auf wiederholt dargebotene Reize. H. bezeichnet einen adaptiven Lernprozeß, in dessen Verlauf die auf bekannte Umweltreize gerichtete Aufmerksamkeit abnimmt und die Verarbeitung redundanter Informationen somit gehemmt wird." (ARNOLD et al. 1988) Entwickelt wurde das Habituationskonzept im Rahmen von Sokolovs Konzept der Orientierungsreaktion, die als ein festes Verhaltensmuster auf Veränderungen im Reizfeld eines Individuums anzusehen ist und sich folgendermaßen darstellt:

#### **– Aufmerksamkeitszuwendung**

- Hautleitfähigkeitserhöhung
- Herzfrequenzverlangsamung
- Vasokonstriktion peripherer Blutgefäße
- Vasodilatation der Kopfgefäße
- EEG-Alpha-Blockade
- P300-Komponente im evozierten Potential

Unter Habituation versteht man, daß diese Reaktionen bei wiederholter Reizdarbietung (bei niedriger bis mittlerer Reizintensität) fortlaufend geringer werden, bis schließlich keine Reaktion mehr ausgelöst wird. Wie weiter unten (in den Ausführungen zur Klinischen Psychophysiologie) beschrieben wird, unterscheiden sich Menschen sowohl im Ausmaß als auch in der Geschwindigkeit, in der sie sich an einen Reiz adaptieren.

Sehr intensive sensorische Reize führen im Organismus zu einer *Defensivreaktion*, die gekennzeichnet ist durch einen Anstieg von Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit und Blutdruck sowie einer Vasokonstriktion der Kopfgefäße. Steigt die Reizintensität noch weiter in einen aversiven oder sogar schädigenden Bereich, kommt es zu einer *Fluchtreaktion*. Bei Defensiv- und Fluchtreaktionen kommt es nicht zu einer Habituation. Wiederholte Reize hoher Intensität können sogar zu einem Aufschaukeln der Reaktionsamplituden führen, woraus panikartiges Verhalten entstehen kann (SCHANDRY 1989).

Sehr intensive Stimulierung (wie z.B. Schmerzreize) führen im Körper zu stimuluspezifischen Reaktionsweisen: Auf das Einwirken von Stressoren antwortet der Organismus immer mit einem vergleichbaren Reaktionsmuster (wie es Selye z.B. mit dem 'Allgemeinen Adaptationssyndrom' beschrieben hat). Stimuluspezifische Reaktionsmuster (SSR) sind jedoch für viele Fragestellungen (vor allem im klinischen Bereich) nicht so bedeutsam wie Individualspezifische Reaktionsmuster (ISR): Individuen reagieren auf unterschiedliche Reize oder Reizklassen mit einem für dieses Individuum typischen Muster physiologischer Veränderungen. Es kommt im Rahmen der Aktivierung also nicht zu einer gleichförmigen und unidirektionalen Veränderung psychophysiologischer Parameter, sondern zu einem spezifischen Reaktionsmuster, das für verschiedene Individuen und für verschiedene Reize unterschiedlich sein kann.

ENGEL (1972) sieht in stimuluspezifischen Reaktionsmustern angeborene Eigenschaften, da sie von unterschiedlichen Menschen mit verschiedenen Lebensgeschichten in gleicher Weise gezeigt werden. Individualspezifische Reaktionsmuster (ISR) versteht er demgegenüber eher als erworbene Eigen-

schaften. ISR könnten durch frühe Erfahrungen in der Auseinandersetzung mit der Umwelt erworben sein oder auch als somatischer Ausdruck spezifischer psychischer Konflikte verstanden werden und so einen Stellenwert in der Pathogenese psychosomatischer Erkrankungen erhalten. Falls ein Individuum auf unterschiedliche Reize mit einem typischen Reaktionsmuster in dem Sinn antwortet, daß immer im gleichen physiologischen Teilsystem die stärkste Veränderung hervorgerufen wird, lassen sich durch eine Überbeanspruchung dieses Systems pathologische Veränderungen erklären (Bei psychosomatisch Kranken ist die Tendenz zur vermehrten Reaktion in einem bestimmten Organsystem stärker ausgeprägt als bei Gesunden. Stern & Sison 1990) Engel versucht mit diesen Vorstellungen eine Brücke zu bauen zwischen psychophysiologischen Konzepten und einer Reihe von psychosomatischen Modellen auf psychoanalytischem Hintergrund. STERN & SISON (1990) weisen darauf hin, daß neben den ISR auch die Ruheaktivität des Organismus sowie seine Fähigkeit zur Habituation berücksichtigt werden müssen, wenn Aussagen zur Ätiologie psychosomatischer Störungen versucht werden.

SSR und ISR sind in vielen empirischen Untersuchungen belegt worden. FOERSTER et al. (1983) beschreiben darüberhinaus die Bedeutung von motivationsspezifischen Reaktionsmustern (MSR), die der Tatsache Rechnung tragen, daß Wahrnehmung und Bewertung eines Reizes oder einer Situation sowohl interindividuell als auch intraindividuell von Situation zu Situation verschieden sein können, woraus dann unterschiedliche Reizantworten resultieren, die mit ISR und SSR nicht zu erklären sind. Die Berücksichtigung von MSR klärt z.T. mehr Varianz auf als die Berücksichtigung von SSR, was nachdrücklich auf die hohe Bedeutung der Kenntnis kognitiver Prozesse für das Verständnis menschlicher Reaktionen hinweist.

## ***Anwendungsbereiche psychophysiologischer Forschung***

### **Nichtklinische Forschungsbereiche**

Im Rahmen der experimentellen Psychophysiologie wird versucht, physiologische Zustandsbilder (v.a. des autonomen Nervensystems) als körperliche Indikatoren psychischen Geschehens zu erfassen. Grundlegende Beiträge konnte dabei die Psychophysiologie auf dem Gebiet der Emotionsforschung leisten. 1884 postulierte William James, physiologische Veränderungen bildeten die Basis von emotionalen Erfahrungen, d.h. wir fürchten uns z.B., weil wir weglassen, oder wir sind traurig, weil wir weinen (James-Lange-Theorie). Dieser Theorie liegt also die Vorstellung zugrunde, daß wir kör-

perliche Zustände (oder unser Verhalten) wahrnehmen und mit einem Label versehen, was dann als Emotion oder Gefühl bezeichnet wird. Spätestens seit dem berühmten Experiment von SCHACHTER & SINGER (1962) ist aber klar, daß kognitive Faktoren beim Benennen und Erleben von Emotionen eine entscheidende Rolle spielen, da ein und derselbe physiologische Erregungszustand als Ärger, Freude, Furcht oder eine andere Emotion erlebt werden kann, wenn unterschiedliche Attribuierungsprozesse vorgenommen werden. Im Gegensatz zu den Vorstellungen von James und Lange, daß psychologische Phänomene die Folge von physiologischen Prozessen sind, werden in den meisten psychophysiologischen Untersuchungen die psychologischen Parameter als unabhängige Variablen und die physiologischen Parameter als abhängige Variablen verwandt. Da es sich letztendlich wohl am ehesten um gleichzeitig ablaufende und sich wechselseitig bedingende Prozesse handelt, sind beide Bedingungsrichtungen denkbar.

Weitere Anwendungsbereiche psychophysiologischer Forschung liegen in der Schlafforschung, bei der Untersuchung sexualmedizinischer oder sozialpsychologischer Fragestellungen (z.B. psychophysiologische Messungen im Rahmen der Einstellungsforschung) und bei der Aussagebeurteilung. Bei dem zuletzt genannten Bereich werden psychophysiologische Messungen als sogenannter 'Lügendetektor' verwendet. Dabei wird davon ausgegangen, daß unwahre Aussagen einhergehen mit einer Zunahme der sympathischen Erregung. Bedenklich bei der Anwendung eines solchen Verfahrens ist vor allem die große Zahl falsch positiver Ergebnisse (30-40%, SCHANDRY 1989), da es auch bei wahrheitsgemäßer Aussage aus einer Vielzahl von Gründen zu einem Anstieg autonomer Erregung kommen kann.

### **Klinische Psychophysiologie**

"In der als psychophysiologisch im weitesten Sinne zu bezeichnenden Forschung wird versucht, eben jene Prozesse und ihre Bedingungen zu erfassen und zu klären, von denen in der Psychosomatischen Medizin angenommen wird, daß sie für die Entstehung von Krankheiten wesentlich sind." (SCHONECKE & HERRMANN 1990)

Die klinische Psychophysiologie beschäftigt sich mit Störungen von Körperfunktionen, bei denen eine enge Wechselbeziehung zu psychischen Prozessen angenommen wird, die die Homöostase des Organismus beeinträchtigt haben. ("Die mit Emotionen einhergehenden, aus der autonomen Erregung resultierenden körperlichen Veränderungen werden als vorübergehend angesehen; bei psychophysiologischen Störungen verursachen die gewöhn-



lich reversiblen autonomen und hormonalen Reaktionen auf Belastungen irreversible Gewebsschädigungen." DAVISON & NEALE 1979) Bei einem weiter gefaßten Begriff von psychosomatischen Störungen fallen darunter auch die sogenannten funktionellen oder vegetativen Störungen wie Kopfschmerz, Schwindel, Herzrhythmusstörungen, Appetit- oder Verdauungsstörungen, Schlafstörungen, sexuelle Störungen etc., bei denen eine gestörte körperliche Reaktion ohne morphologische Schädigung zu registrieren ist.

DAVISON & NEALE (1979) setzen psychophysiologische mit psychosomatischen Störungen gleich. SCHONECKE & HERRMANN (1990) weisen jedoch darauf hin, daß 'Physiologie' und 'Somatik' keine identischen Begriffe sind und daß auch aus wissenschaftshistorischen Gesichtspunkten eine Unterscheidung zwischen 'Psychophysiologie' und 'Psychosomatik' notwendig ist. Sie sehen in den Forschungsbemühungen der Psychophysiologie eine Möglichkeit, die postulierte 'Psychogenese' von somatischen Erkrankungen mit Inhalt zu füllen. "Psychosomatische Medizin muß versuchen zu erklären, wie psychosoziale Reize übersetzt werden in akute oder chronische Veränderungen von Struktur und physiologischen und biochemischen Funktionen. ... Um es noch bündiger zu formulieren, wir verstehen einfach nicht, wie unmaterielle, symbolische Ereignisse - wie psychologische Reaktionen auf Lebenserfahrungen und Lebensereignisse - "übersetzt" werden in materielle Änderungen - wie die Ausschüttung von Hypophysenhormonen, anhaltende Blutdruckerhöhungen, Veränderungen von Immunprozessen, autonom neurale Entladungen oder die Induktion von Enzymen oder Viren" (WEINER 1977, zitiert nach SCHONECKE & HERRMANN 1990). Die Psychophysiologie kann Hinweise liefern zur Beantwortung dieser Fragen und bietet sich somit als Grundlagendisziplin für die Psychosomatische Medizin an.

Ins Blickfeld klinischer Psychologen gelangte die Psychophysiologie in den 70er Jahren vor allem durch die Einführung des Biofeedback, worunter die Rückmeldung von Informationen über physiologische Körperaktivitäten an das Individuum zu verstehen ist (SCHANDRY 1989). Der Funktionszustand von autonomen, zentralnervösen oder muskulären Systemen, die normalerweise nicht wahrnehmbar sind, wird vor allem mit Hilfe akustischer Reize den Probanden so zurückgemeldet, daß sie im Sinne eines Biofeedback-Trainings lernen können, diesen Funktionszustand willentlich zu verändern. Klinische Einsatzgebiete sind z.B. die Behandlung von Schmerzzuständen (Migräne, chronische Spannungskopfschmerzen), neuromuskulären (Lähmungen, Stottern) oder kardiovaskulären Störungen

(Herzrhythmusstörungen, Bluthochdruck, M. Raynaud) (WITTLING 1980b).

## **Psychophysiologie und Psychopathologie**

In einer Vielzahl von psychophysiologischen Untersuchungen wurde bisher der Versuch unternommen, einen Zusammenhang zu finden zwischen psychophysiologischen Parametern und psychopathologischen Auffälligkeiten (ZAHN 1986). Dabei ging es einerseits darum, nosologische Konzepte zu validieren bzw. Hinweise zur Ätiologie psychischer Störungen zu liefern, andererseits wurde nach physiologischen Markern gesucht, die Hilfestellung geben sollten bei Diagnostik, Verlaufskontrolle und Prognose psychischer Störungen. Dabei zeigte sich, daß sowohl die Validierung nosologischer Konzepte (ALBUS 1990) als auch die Suche nach zuverlässigen psychobiologischen Markern (RESCH 1988) nicht sehr erfolgreich war. Setzt man den Anspruch tiefer und sucht nach psychophysiologischen Begleiterscheinungen von psychischen Störungen, lassen sich jedoch eindeutige und replizierbare Zusammenhänge finden.

Angst geht mit subjektiv erlebten physiologischen Reaktionen wie Herzklopfen oder feuchten Händen einher. In den internationalen Klassifikationssystemen ICD-10 und DSM-III-R werden Zeichen autonomer Übererregung gefordert, um die Diagnose einer generalisierten Angststörung stellen zu können. Es lag von daher nahe, periphere psychophysiologische Parameter wie Herzfrequenz oder Hautleitfähigkeit zur Untersuchung von Angstzuständen einzusetzen. Als Reaktion auf externe Stimulation fand man z.B. in Laborexperimenten bei ängstlichen Menschen eine erhöhte Aktivierung des autonomen Nervensystems und eine geringere Fähigkeit zur Habituation an diese Reize (LADER & WING 1966). Konsistente Befunde zeigten sich wiederholt in Form einer erhöhten Rate an Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit (CHATTOPADHYAY et al. 1975, HART 1974, RASKIN 1975, ALBUS 1990). Zur Frage einer höheren Aktivierung auf kardiovaskulären Parametern wie Herzfrequenz oder Blutdruck sind die Untersuchungsergebnisse widersprüchlich (ALBUS 1990). Die Annahme eines generell erhöhten sympathikotonen Aktivierungsniveaus bei Patienten mit Angststörungen (WITTLING 1980a) ist inzwischen sehr umstritten (ZAHN 1986, ALBUS 1990). Für zukünftige Untersuchungen ist es wesentlich, zwischen verschiedenen Formen von Angststörungen zu unterscheiden, da es sich gezeigt hat, daß Patienten mit Panikstörungen, generalisierten Angststörungen, Agoraphobien oder sozialen Ängsten erhöhte autonome Erregung und Reaktivität (v.a. im elektrodermalen Bereich) zeigen,

während sich Patienten mit monosymptomatischen Phobien kaum von gesunden Kontrollpersonen unterscheiden (WITTLING 1980a, SCHANDRY 1989).

Betrachtet man die Arbeiten zum Zusammenhang zwischen peripher erfaßter psychophysiologischer Aktivierung und psychischen Störungen, zeigen sich bedeutsame und konsistente Ergebnisse vor allem bei Kindern und Jugendlichen mit dissozialen Störungen bzw. Erwachsenen mit antisozialer Persönlichkeit (der in diesem Zusammenhang oft verwendete Begriff 'Psychopath' sollte nicht mehr verwendet werden), bei denen in verschiedenen Untersuchungen immer wieder eine niedrigere autonome Aktivierung beschrieben wurde. Kinder mit Störungen des Sozialverhaltens zeigten signifikant niedrigere Hautleitfähigkeitswerte (VENABLES 1989), niedrigere autonome Aktivierung in Herzfunktion und elektrodermaler Aktivität (RAINE & VENABLES 1984) und niedrigere Herzfrequenzen und weniger Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit (KRUESI et al. 1992, SCHMECK 1993, 1994, SCHMECK & POUSTKA 1993, SCHMECK & POUSTKA 1994). Auch bei Mädchen mit Störungen des Sozialverhaltens konnten MALIPHANT et al. (1990) sowohl signifikant erniedrigte basale Herzfrequenz als auch erniedrigte maximale Herzfrequenz im Verlauf ihrer Untersuchung feststellen. In einer Untersuchung von RAINE et al. (1990) waren elektrodermale, kardiovaskuläre und cortikale Aktiviertheit im Alter von 15 Jahren bei denjenigen Jugendlichen signifikant erniedrigt, die bis zum Alter von 24 Jahren wegen krimineller Delikte aufgefallen waren. Im Einklang mit diesen psychophysiologischen Befunden zeigt sich im klinischen Alltag bei Kindern und Jugendlichen mit ausagierenden Störungen auf der Verhaltens- und Befindensebene eine geringere Angstbereitschaft mit niedrigerer Angst vor neuen Situationen, Gefahren oder Strafandrohungen. HARE (1975) beschreibt die mangelnde Fähigkeit antisozialer Persönlichkeiten zum Erwerb von konditionierten elektrodermalen Reaktionen vor allem auf die Antizipation aversiver Reize, was er in Verbindung bringt mit der mangelnden Wirkung von Strafandrohungen. Eine elektrodermale Hyporeaktivität dissozialer Probanden bei der Antizipation von Bestrafung wird ebenfalls von FOWLES (1993) beschrieben.

Eine große Anzahl an psychophysiologischen Untersuchungen wurde an schizophrenen Patienten durchgeführt, wobei sich sehr widersprüchliche und inhomogene Ergebnisse zeigten. Eine weitergehende Analyse der Daten deutet auf eine Unterteilung der schizophrenen Patienten in zwei Untergruppen hin (WITTLING 1980a). Die 'Responder' sind autonom überakti-

viert und zeigten durchgängig höhere Werte in der elektrodermalen Aktivität (Hautleitfähigkeit, Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit, Amplitude der Hautleitfähigkeitsreaktionen), Verlangsamung der Habituationsgeschwindigkeit sowie Erhöhung von Herzfrequenz, Blutdruck und Hauttemperatur. Die Non-Responder demgegenüber zeigen deutliche Zeichen von autonomer Unteraktivierung vor allem im elektrodermalen Bereich mit niedrigen Hautleitfähigkeitsbasiswerten, geringer bis fast fehlender Zahl von Spontanfluktuationen und fehlender Orientierungsreaktion (GRUZELIER & VENABLES 1972). Die Gruppenunterteilung in Responder und Non-Responder deckt sich jedoch nicht mit den bekannten nosologischen Kategorien.

In sogenannten High-Risk-Studien wurde untersucht, inwieweit Kinder schizophrener Mütter (die im Vergleich zur Normalbevölkerung ein höheres Risiko haben, selber an Schizophrenie zu erkranken) abweichende Werte auf psychophysiologischen Parametern aufweisen und ob solche Veränderungen über einen längeren Zeitraum stabil bleiben. MEDNICK & SCHULSINGER (1973) konnten z. B. in ihrer dänischen Langzeitstudie zeigen, daß sich erkrankte Probanden schon vor Ausbruch der Erkrankung sowohl von den Kontrollprobanden als auch von den nichterkrankten Mitgliedern der High-Risk-Gruppe in einer Reihe von elektrodermalen Parametern unterschieden (kürzere Latenz und verkürzte Erholungszeit der Hautleitfähigkeitsreaktion, Lösungsresistenz der Hautleitfähigkeitsreaktion). Diese Befunde konnten allerdings von SALZMAN und KLEIN (1978) nicht bestätigt werden.

### **Entwicklungspsychophysiologie**

Die Entwicklungspsychophysiologie befaßt sich mit psychobiologischen Prozessen vom Säuglings- bis hin zum höheren Lebensalter. Als allgemeines Ziel beschreiben MAIER et al. (1994): "Auf der Basis des *gemeinsamen* Studiums der physiologischen und der psychischen Ebene des Verhaltens soll die menschliche Entwicklung beschrieben und analysiert werden. Dies gilt sowohl für den Bereich der normalen, ungestörten Entwicklung als auch für das Gebiet der Entwicklungsstörungen. Die beiden hauptsächlichen Ziele der Entwicklungspsychophysiologie sind also Beiträge zur Theoriebildung innerhalb der Entwicklungspsychologie zu leisten und frühe und sensible Indikatoren für Entwicklungsstörungen zu liefern." (S.11)

In den vergangenen 30 Jahren hat die Säuglingsforschung einen großen Aufschwung genommen und viele neue Erkenntnisse über die Lebenswelt

und das Befinden von Säuglingen (STERN 1990), ihre Fähigkeiten und Kompetenzen oder auch die Entwicklung von Bindungen zu den nächsten Bezugspersonen geliefert. Psychophysiologische Untersuchungen konnten dabei sehr hilfreich eingesetzt werden, da im Gegensatz zu den begrenzten Kommunikationsmöglichkeiten eines Säuglings seine physiologischen Funktionen bereits bei der Geburt weitgehend entwickelt sind (MAIER et al. 1994), so daß über die Registrierung von z.B. Hautleitfähigkeits- oder Herzratenveränderungen oder hirnelektrischer Aktivität Rückschlüsse auf die Entwicklung von sensorischen und kognitiven Funktionen oder das Auftreten von Emotionen wie z.B. Furcht vor einer fremden Situation möglich sind. Einen guten Überblick zu den bisherigen Forschungsergebnissen psychophysiologischer Säuglingsforschung geben MAIER et al. (1994). Von den gleichen Autoren werden ebenfalls gerontopsychophysiologische Konzepte des Alterungsprozesses dargestellt.

Wie schon in der Einleitung zu diesem Buch beschrieben steckt die entwicklungspsychophysiologische Forschung bei Kindern und Jugendlichen noch in den Anfängen. Während es eine große Zahl von Untersuchungen zur hirnelektrischen Aktivität von Kindern gibt (siehe z.B. ROTHENBERGER 1987), sind die altersabhängigen Veränderungen von kardiovaskulärer und vor allem elektrodermalen Aktivität und Reaktivität im Kindes- und Jugendalter bisher kaum untersucht. Mittelwerte einer Reihe von psychophysiologischen Meßwerten (Herzrate und -varianz, Blutdruck, Hautleitfähigkeit und deren Spontanfluktuationen, Muskelspannung und Kopfbewegungsaktivität) für 6 Gruppen von Kindern und Jugendlichen zwischen 4-5 und 15-16 Jahren sind bei SCHMECK (1992) angegeben. Für die Hautleitfähigkeit zeigen sich z.B. (vergleichbar zu den von VENABLES (1980) in der Mauritius-Studie beschriebenen Daten) die höchsten Empfindlichkeiten bei den 4-5jährigen Kindern und ein Abfall der Werte zum 16. Lebensjahr hin. Einige wenige Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen werden von MAIER et al. (1994) beschrieben zur Verwendung autonomer Reaktivität als Indikatoren für Aufmerksamkeit (z.B. kardiale Orientierungsreaktion) oder selektive Diskrimination (Veränderung des Lidschlagreflexes). Wie schon weiter oben im Abschnitt 'Psychophysiologie und Psychopathologie' dargestellt gibt es ebenfalls Untersuchungen psychophysiologischer Parameter bei Kindern und Jugendlichen mit Hyperkinetischem Syndrom, Störung des Sozialverhaltens oder Angststörungen.

## ***Psychophysiologische Parameter***

Ein gemeinsames Merkmal psychophysiologischer Parameter ist, daß sie nicht-invasiv erfaßt werden können. Aus (in der Regel an der Körperoberfläche vorgenommenen) Ableitungen können Rückschlüsse auf zentral-nervöse, peripher-nervöse oder autonom-nervöse Prozesse im Körperinneren gezogen werden.

Im zentral-nervösen Bereich werden vor allem erfaßt:

- Spontan-Elektroencephalogramm (EEG)
- Brainmapping
- kontingent negative Variation (CNV)
- evozierte Potentiale

Ein großes Interesse im Rahmen psychophysiologischer Untersuchungen besteht an der Erfassung körperlicher Reaktionen, die der Steuerung des autonomen Nervensystems unterliegen oder, bei ZNS-gesteuerten Prozessen, von der Aktivierung des Gesamtorganismus entscheidend beeinflusst werden (wie z.B. der Muskelgrundtonus). Als Parameter werden dabei untersucht:

### *1. Kardiovaskuläres System:*

- Elektrokardiogramm (EKG)
- Herzfrequenz
- Herzschlagarrhythmie
- Blutdruck
- Plethysmographie (z.B. Fingerpulsvolumen)
- Pulswellengeschwindigkeit
- Hauttemperatur

### *2. Respiratorisches System:*

- Atemfrequenz
- Atemvolumen
- Atemgasaustausch

### *3. Elektrodermales System:*

- Hautwiderstandsniveau / -reaktion (SRL / SRR)
- Hautleitfähigkeitsniveau / -reaktion (SCL / SCR)
- Hautpotentialniveau / -reaktion (SPL / SPR)
- Hautleitfähigkeits-Spontanfuktuationen (SF)

### *4. Muskulär-motorisches System:*

- Muskeltonus (EMG)
- Mikrovibration
- Tremogramm

- Aktogramm / Bewegungsaktivität
- Augenaktivität (EOG)
- Pupillenreaktion
- Lidschlag
- Sprechaktivität

#### 5. *Gastrointestinales System:*

- Magen- / Darmmotilität
- Magensaftsekretion
- Speichelsekretion

#### 6. *Urogenitales System:*

- Blaseninnendruck
- Kolpoplethysmographie
- Penisplethysmographie

Ausführlicher dargestellt werden im Folgenden die Parameter, die im Rahmen dieser Untersuchung zum Einsatz kamen.

### **Herzfrequenz**

Die häufige Verwendung kardiovaskulärer Parameter wie z.B. der Herzfrequenz hat verschiedene Gründe. Zum einen kann die Herzfrequenz als ein dominanter Indikator für Aktivierung gelten (BECKER-CARUS et al 1979), der auch den Grad erlebter psychischer Anspannung widerspiegeln kann. Überhaupt zeigt das kardiovaskuläre System sehr starke Reaktionen begleitend zu psychischen Prozessen wie Emotionen, Streßempfinden oder aufmerksamkeitsuchendem Verhalten (SCHANDRY 1989). Zum anderen zeigt gerade das Herz-Kreislauf-System eine hohe Anfälligkeit für zivilisationsbedingte Erkrankungen, so daß z.B. Übersteuerungsreaktionen in diesem Bereich eine große klinische Bedeutung haben.

Die Herzfrequenz wird gesteuert durch ein Zusammenwirken von sympathischen und parasympathischen Nervenfasern, wodurch die automatisch ablaufende Eigenrhythmizität der Herzmuskelfasern überlagert wird. Die parasympathischen Vagusinnervationen, die eine Abnahme der Herzfrequenz bewirken, zeigen eine hohe Dauerentladung und damit den größeren Einfluß auf die tonische Aktivität des Herzens, d.h. in Ruhe und bei geringer Belastung unterliegen die Herzaktionen vor allem dem Vagus-Einfluß. Bei stärkerer Belastung wird der Vagus-Tonus gedämpft und die sympathische Aktivierung nimmt zu (SCHANDRY 1989).

Die Herzfrequenz ist ein empfindlicher Indikator psychophysiologischer Veränderungen, die sich sowohl in einer Frequenzabnahme (z.B. Entspan-

nung, Orientierung, Informationsaufnahme) als auch in einer Zunahme (z.B. Anspannung, Schmerz, Angst) äußern kann. (SIDDLÉ & TURPIN (1980) setzen ganz allgemein eine Dezeleration mit einem Prozeß des 'environmental intake' in Verbindung, eine Akzeleration mit 'environmental rejection'.) Herzfrequenzänderungen stehen auch im Zusammenhang mit Blutdruckveränderungen (Blutdrucksteigerung - kompensatorische Abnahme der Herzfrequenz und umgekehrt) und der Atemaktivität (Beschleunigung beim Einatmen). Unterschieden wird zwischen tonischen (d.h. länger als einige Minuten anhaltenden) Änderungen und phasischen Schwankungen, die in einem Zeitraum von ca. 1-15 sec ablaufen.

Erfaßt wird die Herzfrequenz durch Aufzeichnung der EKG-R-Zacken pro Minute, oder sie wird indirekt aus den R-R-Zacken-Abständen errechnet. Als Kennwert tonischer Herzfrequenzänderungen wird überwiegend die über einen bestimmten Zeitabschnitt gemittelte Herzfrequenz gewählt (SCHANDRY 1989), wobei Differenzen zwischen Ruhe- und Aktivierungsphasen gebildet werden können. ( Eine ausführliche und sehr genaue Darstellung der Vorgehensweise bei Messung, Quantifizierung und Analyse kardialer Aktivität geben. SIDDLÉ & TURPIN 1980)

Ein anderes tonisches Maß stellt die Herzfrequenzvariabilität dar, die von der (phasischen) respiratorischen Sinusarrhythmie abzugrenzen ist. Die Variabilität stellt ein Maß für die Präzision der nervösen Herzfrequenzsteuerung dar. Sie wird als Varianz der R-R-Abstände oder als mittleres Quadrat sukzessiver Differenzen berechnet (SCHANDRY 1989). Durch diese Art der Berechnung sinkt jedoch die Variabilität aus rechentechnischen Gründen bei Zunahme der Herzfrequenz, d.h. aufmerksamkeitsfordernde Aktivierungsbedingungen gehen mit einer Variabilitätsabnahme einher.

## **Blutdruck**

Da längerfristig anhaltende Blutdruckerhöhungen zu vielfältigen pathogenen Auswirkungen im gesamten Körper führen, hat die Hypertonieforschung einen zentralen Stellenwert bekommen. Für die Pathogenese der Hypertonie sind neben anderen Ursachen auch psychische Mechanismen verantwortlich. Obwohl der Blutdruck einen besseren Kennwert für kardiovaskuläre Aktivierung darstellen soll als die Herzfrequenz und trotz der engen Verbindung zum psychischem Befinden ist die Registrierung des Blutdrucks in psychophysiologischen Untersuchungen eher selten eingesetzt worden, was z.T. auf technische Schwierigkeiten zurückgeführt wird (BECKER-CARUS et al 1979).



Vereinfacht ausgedrückt wird der arterielle Blutdruck durch das Produkt von Auswurfleistung des Herzens und peripherem Gefäßwiderstand bestimmt. Verschiedene Regelkreise im Körper greifen steuernd in die Blutdruckregulation ein. Bei emotionaler Belastung werden pressorische Areale des Vasomotorenzentrums in der Medulla oblongata durch zentralnervöse Einflüsse aus der Hirnrinde und dem limbischen System erregt, was über Gefäßverengung und Erhöhung des Herzminutenvolumens zu einem Blutdruckanstieg führt (SCHANDRY 1989).

Eine genaue und kontinuierliche Registrierung des Blutdrucks ist nur mit invasiven Verfahren möglich und fällt deshalb für psychophysiologische Untersuchungen aus. Eine diskontinuierliche Messung ist möglich mit dem in der Medizin am weitesten verbreiteten Verfahren nach RIVA-ROCCI, das auch als Sphygmomanometrie bezeichnet wird. Dabei wird mit einer aufblasbaren Manschette am Oberarm ein Druck erzeugt, bis die arterielle Blutzufuhr unterbrochen ist (systolischer Druck). Dann wird der Manschettedruck langsam abgelassen, wobei das mit jeder Pulswelle einströmende Blut ein Geräusch erzeugt. Das Geräusch verschwindet, wenn der Manschettedruck gleich dem minimalen Druck im arteriellen System ist (diastolischer Druck).

Neben dem Vorteil der einfachen Anwendung hat dieses Verfahren einige Nachteile: Die Genauigkeit liegt auch bei exakter Anwendung in einem Größenbereich von  $\pm 5$  mm Hg, der systolische Wert wird unterschätzt und der diastolische Wert überschätzt. Die Messung kann nur im Abstand von ca. 10 Minuten durchgeführt werden, da ansonsten eine Verfälschung der Messung durch eine Verformung der Arterien stattfindet. Die Versuchsperson spürt, daß eine Messung vorgenommen wird, wodurch der Meßwert beeinflußt werden kann. (Ein Teil dieser Probleme läßt sich mit neueren automatisierten Verfahren verringern).

### **Elektrodermale Aktivität**

Die Registrierung der elektrodermalen Aktivität ist die am weitesten verbreitete psychophysiologische Methode und vor allem in der psychologischen Forschung häufig eingesetzt worden. Die engen Zusammenhänge zwischen psychischen Vorgängen und Veränderungen der Hautleitfähigkeit sind schon seit ungefähr 100 Jahren bekannt und in mehreren tausend Veröffentlichungen dargestellt worden. Einen umfassenden Überblick über Grundlagen, Methoden und Anwendungen liefert BOUCSEIN (1988).

Die der elektrodermalen Aktivität zugrundeliegenden Phänomene sind trotz des immensen Forschungsumfangs noch nicht endgültig geklärt. Sicher ist, daß die Aktivität der Schweißdrüsen eine entscheidende Bedeutung hat. Die größte Schweißdrüsendichte mit ca.  $2000/\text{cm}^2$  findet sich an den Handinnenflächen und den Fußsohlen. Diese Schweißdrüsen dienen auch im Gegensatz zur übrigen Haut weniger der Thermoregulation, sondern reagieren verstärkt auf äußere Reize und emotionale Veränderungen, so daß an diesen Stellen die Registrierung der elektrodermalen Aktivität vorgenommen wird. Die Flüssigkeitsabgabe durch die Schweißdrüsen reicht jedoch alleine zur Erklärung nicht aus, da bereits ca. eine Sekunde vor einer Zunahme der Oberflächenfeuchtigkeit die Hautleitfähigkeitsänderung eintritt (Schandry 1989). Es scheinen elektrisch aktive Membranen in der Epidermis vorhanden sein.

Die Innervation der Schweißdrüsen nimmt eine Sonderstellung ein. Obwohl es sich um rein sympathische Fasern handelt, ist Acetylcholin die Transmittersubstanz der postganglionären Synapsen, d.h. es handelt sich nicht um adrenerge, sondern um cholinerge sympathische Fasern. Zentranervöse Einflüsse kommen aus der Formatio Reticularis, dem Hypothalamus, dem Limbischen System und Teilen des frontalen Kortex (BOUCSEIN 1988, SCHANDRY 1989), wodurch die enge Verbindung der elektrodermalen Aktivität zu emotionalen (Limbisches System) und motivationalen (Frontalhirn) Prozessen erklärbar erscheint.

Als Kennwerte elektrodermalen Aktivität werden überwiegend Hautleitfähigkeitsreaktion, Hautleitfähigkeitsniveau und Hautleitfähigkeits-Spontanfluktuationen gewählt. Während das erste ein phasisches Maß ist, gelten die anderen beiden als tonische Maße. Das Hautleitfähigkeitsniveau wird durch Fluktuationen oder Reaktionen auf Reize überlagert. Spontanfluktuationen, also kürzere Leitfähigkeitsschwankungen ohne erkennbares Vorliegen externer Stimuli, treten beim Erwachsenen ca. 3-7mal pro Minute auf. Als Amplitudenkriterium werden 0,01-0,1 micro mho vorgeschlagen (SCHANDRY 1989). Bei steigender Erregung erhöhen sich sowohl das Hautleitfähigkeitsniveau als auch die Anzahl an Spontanfluktuationen, wobei letztere in einer annähernd linearen Beziehung zur Aktiviertheit des ZNS stehen sollen (BOUCSEIN 1988). Anders als kardiovaskuläre Parameter sprechen elektrodermale Meßwerte schon auf sehr geringe Aktiviertheitsänderungen an.

Im Gegensatz zu den anderen psychophysiologischen Parametern wie z.B. dem Elektromyogramm werden bei der Elektrodermalen Aktivität keine

vom Körper selbst produzierten elektrischen Potentiale gemessen, sondern es wird ein konstanter minimaler Strom durch die Haut zwischen zwei Punkten geschickt bzw. es wird eine konstante Spannung angelegt und Veränderungen von Stromfluß oder Spannung aufgezeichnet.

WALSCHBURGER (1975) gibt Hinweise für eine Standardisierung elektrodermalen Meßwerte. Als Ableitungsorte schlägt er den Daumenballen (Thenar) und im Abstand weniger Zentimeter den gegenüberliegenden proximalen Teil des Kleinfingerballens (Hypothenar) vor.

### **Muskelspannung**

Quergestreifte Muskeln werden vom somatischen Nervensystem innerviert und sind somit für Willkürbewegungen einsetzbar. Die Spannung des Muskels (Tonus) wird durch rhythmische Entladungen der motorischen Vorderhornzellen im Rückenmark gesteuert. Als Reaktion auf äußere, über die Sinnesorgane aufgenommene Reize oder auf innere Stimuli wie emotionale Prozesse oder psychische Belastungen verändert sich die Grundanspannung von Skelettmuskeln ( unwillkürliche Komponente ). Es wird dabei von einem direkten Zusammenhang zwischen Muskelspannung und psychophysischer Aktiviertheit ausgegangen. Das Auftreten von Verspannungen im Schulter-Nacken-Bereich z.B. in psychisch belastenden Lebenssituationen ist vielen Menschen wohlbekanntes (man könnte auch sagen: schmerzhaft bekanntes) Phänomen. In therapeutischen Verfahren wie der Progressiven Muskelrelaxation nach Jacobsen oder dem Autogenen Training wird dieser Zusammenhang umgekehrt: Über eine Entspannung (und vermehrte Durchblutung) der Skelettmuskulatur wird eine sogenannte 'innerorganismische Umschaltung' im Sinne einer reduzierten psychophysiologischen Aktiviertheit angestrebt, was wiederum Auswirkungen auf das psychische Befinden hat.

Erfaßt wird die Muskelspannung mit Hilfe der Elektromyographie (EMG), bei der die elektrischen Potentiale von Muskelfasern registriert werden. Die Muskelpotentiale zeigen eine hohe positive Korrelation zum Spannungszustand des Muskels (BECKER-CARUS et al 1979). Als Kennwert in psychophysiologischen Untersuchungen wird in der Regel das Integral der von der EMG-Kurve eingehüllten Fläche über einen bestimmten Zeitraum gewählt, worin sowohl Frequenz als auch Amplitudenhöhe der Muskelaktionspotentiale eingehen.

## **Motorische Aktivität**

Die Registrierung von Körperbewegungen mit Hilfe eines Aktometers ist ein Maß, das aus dem üblichen Rahmen psychophysiologischer Messungen herausfällt und nicht zu den Standardverfahren gezählt werden kann. Im Gegensatz zu den übrigen in dieser Untersuchung verwandten Maßen wird damit nicht eine Aktivierung des vegetativen Nervensystems sondern des somatischen Nervensystems erfaßt, da die Innervation der Skelettmuskulatur über das zentrale Nervensystem erfolgt.

Die Kopfbewegungen können nicht nur als Maß für Skelettmuskelaktivität im Kopf- und Halsbereich, sondern auch als Maß für zielgerichtetes Verhalten angesehen werden. Es kann davon ausgegangen werden, daß zum Beispiel in einer strukturierten Testsituation zielgerichtetes Verhalten mit einem geringen Ausmaß an Kopfbewegungen einhergeht.

Verwandt worden ist die Aktivitätsmessung vor allem im Rahmen von Untersuchungen zum Hyperkinetischen Syndrom (ausführliche Darstellung bei VITINIUS 1991), bei dem die Hypermotorik ein zentrales Symptom darstellt. Aber auch bei Untersuchungen von depressiven Störungen wurde versucht, das Ausmaß der Depressivität in Beziehung zu setzen zu einer Abnahme an Körperbewegungen, wie sie im Extrembeispiel bei schweren Melancholien in einer körperlichen Starre und einem fast völligen Fehlen von Spontanbewegungen zu finden sind.

## ***Grundlegende Aspekte psychophysiologischer Messungen***

### **Stabilität psychophysiologischer Messungen**

Die Wiederholbarkeit und Stabilität der Ergebnisse psychophysiologischer Messungen hängt entscheidend davon ab, ob es sich bei psychophysiologischer Aktiviertheit um ein 'trait'- oder ein 'state'-Merkmal handelt.

Da bisher zu wenige Untersuchungen bei Kindern und Jugendlichen und auch keine Längsschnittuntersuchungen durchgeführt wurden, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Frage einer lebenslangen Stabilität vegetativer Reaktionsmuster nicht zu beantworten. Von Interesse wäre dabei die Frage, welches relative Aktivierungsmuster ein Proband im Vergleich zum Durchschnitt seiner Altersgruppe aufweist. Auch wenn es z.B. Hinweise dafür gibt, daß die Hautleitfähigkeit mit zunehmendem Alter abnimmt (BOUCSEIN 1988), wäre es von Bedeutung, ob ein Proband jeweils am unteren oder oberen Rand der Verteilung liegt und ob dies über die Lebensspanne konstant bleibt (so daß es sich also um einen 'trait' handeln würde).

FAHRENBERG (1980) berechnete die Stabilitätskoeffizienten verschiedener psychophysiologischer Parameter bei Messungen in einem Zeitabstand von 20-30 Minuten. Der mittlere Stabilitätskoeffizient betrug im Ruhezustand  $r=.67$ , unter Belastung demgegenüber sogar  $r=.80$ . Die höchsten Stabilitätskoeffizienten zeigten sich bei der Hautleitfähigkeit ( $r=.94 - .96$ ), der Herzfrequenz ( $r=.93 - .94$ ), der Pulswellengeschwindigkeit ( $r=.85 - .93$ ) und beim systolischen Blutdruck ( $r=.82 - .89$ ). Auch für die Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit werden in anderen Untersuchungen hohe Stabilitätskoeffizienten von  $r=.90 - .95$  berichtet (WITTLING 1980a).

Zur Frage der kurzfristigen Stabilität psychophysiologischer Meßwerte äußert sich ANDRESEN (1987) hingegen eher skeptisch und sieht psychophysiologische Aktiviertheit eher als 'state'-Merkmal. Dies würde bedeuten, daß die Meßwerte stärker vom jeweiligen Zustand des Individuums, seiner Bedürfnislage, den äußeren Bedingungen etc. abhängen als von situationsübergreifenden generellen Reaktionsbereitschaften. VOSSEL (1990) beschreibt demgegenüber z.B. für die nicht-spezifischen Reaktionen der Hautleitfähigkeit (NSR) eine ausreichende kurzfristige Stabilität: "Diese Ergebnisse zeigen, daß die NSR-Häufigkeit bei einzelnen Personen eine beträchtliche Konsistenz über verschiedenste Bedingungen aufweist, und daß selbst bei massiven Situationseinflüssen der Varianzanteil des Personenfaktors größer ist als der systematische Varianzanteil ...".(S.84) "Die elektrodermale Spontanaktivität aus Ruhephasen differenziert signifikant zwischen Personen und ist damit für differentielle Fragestellungen prinzipiell geeignet. Sie weist außerdem eine befriedigende zeitliche Stabilität und transsituative Konsistenz auf." (S.227)

Es läßt sich zusätzlich fragen, ob nicht bei klinisch auffälligen Probanden konsistente und zeit- und situationsübergreifende Reaktionswerte zu finden sind. Die in vielen Untersuchungen (s.o.) gleichlautenden Ergebnisse niedrigerer autonomer Aktiviertheit von Probanden mit ausagierender Symptomatik sprechen z. B. dafür, daß es sich dabei um ein 'trait'-Merkmal dieser Gruppe handelt. Weitere Untersuchungen an klinischen Populationen und Längsschnittuntersuchungen vom Kindes- über das Jugend- bis hin zum Erwachsenenalter wären allerdings notwendig, um diese Hypothese belegen zu helfen.

WITTLING (1980a) weist darauf hin, daß psychophysiologische Messungen störanfälliger sind als z.B. psychometrische Testverfahren. Hohe Stabilitätskoeffizienten sind nur bei optimalen Versuchsbedingungen gewährleistet. Faktoren, die bei verschiedenen Parametern in unterschiedlicher

Weise Störeinflüsse ausüben und möglichst kontrolliert werden sollten, sind Alter, Geschlecht, Ernährungs- und Ermüdungszustand, Menstruationszyklus oder circadiane Rhythmen sowie jede Art von sensorischer Reizung während der Untersuchung (WITTLING 1980a). Die Höhe einer Reizantwort auf einen Stimulus hängt außerdem (zumindest teilweise) vom Ausgangswert der physiologischen Aktivierung bei Versuchsbeginn ab.

### **Validität psychophysiologischer Messungen**

Auch wenn es möglich erscheint, die Ergebnisse psychophysiologischer Messungen reliabel und stabil zu erheben, muß darüber hinaus die Frage gestellt werden, welche Bedeutung solche Ergebnisse haben, d.h. ob eine Beziehung von physiologischer Aktivierung zu psychologischen Konstrukten hergestellt werden kann, wie es ja der Begriff 'Psychophysiologie' impliziert. WITTLING (1980a) führt dazu aus: "Häufig wird den psychophysiologischen Meßverfahren der Vorwurf gemacht, daß sie in keinem beachtenswerten Zusammenhang mit den traditionellen psychologischen Meßverfahren stünden, seien es subjektive Testverfahren oder Verhaltensbeobachtungsmaße, und daher aufgrund ihrer mangelnden Validität im Rahmen der klinischen Diagnostik nicht zu verwenden wären. Grundsätzlich darf man zu dieser Anschuldigung sagen, daß die Aussage, es bestehe ein nicht allzu enger Zusammenhang zwischen physiologischen und psychologischen Meßverfahren, zumindest soweit dies in Korrelationsstudien zum Ausdruck kommt, im großen und ganzen wohl tatsächlich zutreffend ist. Die Schlußfolgerungen, die allerdings aus diesem Sachverhalt hinsichtlich a) der Validität und b) der Verwendbarkeit der Verfahren gezogen werden, basieren hingegen offensichtlich auf falschen theoretischen Annahmen und sind dazu angetan, die psychophysiologischen Verfahren in ungerechtfertigter Weise in Mißkredit zu bringen." (S.247) Wittling zitiert eine Zusammenfassung verschiedener Untersuchungen durch BORKOVEC et al. (1977), in der signifikante Korrelationen zwischen physiologischen und Selbstbeurteilungsmaßen nur in 4 von 48 Fällen (8,3%) und zwischen physiologischen und Verhaltensbeobachtungsmaßen nur in 5 von 53 (9,4%) Fällen zu finden waren. Deutlich relativiert werden diese Ergebnisse jedoch dadurch, daß auch beim Zusammenhang zwischen Selbstbeurteilungs- und Verhaltensbeobachtungsmaßen nur in 14,8% der Fälle signifikante Korrelationen nachgewiesen werden konnten. Das heißt mit anderen Worten: Der Zusammenhang zwischen den drei grundlegenden Beobachtungsebenen menschlichen Seins scheint so komplex zu sein, daß er in linearen Korrelationen relativ globaler Konstrukte nicht adäquat erfaßt werden kann. Niemand würde jedoch aus

dem Ergebnis einer solchen Metaanalyse z.B. den Schluß ableiten, daß es keinen inhaltlich begründbaren Zusammenhang zwischen subjektiven Selbstbeurteilungsmaßen und Verhaltensbeobachtungen gäbe oder daß eine dieser beiden Ebenen nicht weiter erfaßt werden sollte.

## **Begründung der Untersuchungsstrategie**

### ***Epidemiologische Untersuchungsergebnisse zum Verhalten und zu psychischen / psychosomatischen Störungen von Kindern: Welche Merkmale müssen erfaßt werden?***

Als Risikofaktoren für psychische Störungen von Kindern gelten solche der unmittelbaren Umwelt des Kindes, wie auch bestimmte Merkmale des Kindes selbst. Verschiedene dieser Merkmale können einen ausgesprochen protektiven bzw. positiven Effekt haben. Auf diese Weise können eine Reihe von Problemen, die auf das kindliche Verhalten als Risikofaktoren wirksam sind, durch andere Merkmale abgeschwächt oder auch verstärkt werden (RUTTER, 1979; WERNER et al., 1982).

Verschiedene, recht "grob erfaßbare" Umweltbedingungen, wie zum Beispiel die Größe der Familie oder soziale Schichtzugehörigkeit der Eltern, scheinen eindeutige Auswirkungen zu haben, obwohl die Art des unmittelbaren Einflusses zunächst unklar bleibt: eine Untersuchung von SATERDAG und STEGMANN (1980) konnte demonstrieren, daß der Anteil der Kinder an Sonderschülern nur 0 bis 1 % betrug, wenn der Vater nicht Arbeiter ist und nicht mehr als 3 Kinder in der Familie wohnen, unabhängig davon, ob die Eltern einen weiterführenden Schulabschluß haben oder nicht. Bei 4 und mehr Kindern und dem Berufsstatus des Vaters als Arbeiter stieg der Sonderschulprozentsatz auf 11 bzw. 19 % bei gleichzeitig weitaus geringerer Anzahl von Kindern aus diesem Herkunftsmilieu, die eine weiterführende Schule besuchten. Da aber ein niedriges Bildungsniveau der Eltern häufig auch mit einem geringen Wissen über bestimmte wichtige und notwendige Erziehungsbedingungen verbunden ist, kann hier nicht gesagt werden, was im einzelnen hinter diesen globalen Zuordnungen steckt.

Als weitere grobe psychosoziale Risikofaktoren gelten neben den sozioökonomischen Bedingungen oder Kinderreichtum noch einige weitere, die in englischen epidemiologischen kinderpsychiatrischen Untersuchungen nachgewiesen werden (RUTTER und QUINTON, 1977). Sie konnten auch in einer repräsentativen deutschen Untersuchung repliziert werden (VOLL und

Mitarbeiter, 1982). Bei der letztgenannten deutschen Untersuchung waren folgende 6 Variablen bei 8-jährigen Kindern in folgender Häufigkeit erhoben worden:

- Vater ungelernt oder angelernter Arbeiter (12,0 %)
- Neurose, Depression oder psychosomatische Beschwerden der Mutter (13,0 %)
- Beengte Wohnverhältnisse: mehr als 1,5 Personen pro Raum (11,0 %)
- Kriminalität des Vaters (0,5 %)
- Ehezwistigkeiten und innerfamiliärer Streit (12,0 %)
- Heimaufenthalte des Kindes in früheren Lebensjahren (0,0 %)

Diese 6 ebenfalls sehr globalen Merkmale beziehen sich auf das Bildungsniveau und damit indirekt auf das Erziehungsverhalten, weiter auf die psychische Störung der Mutter als Hauptbezugsperson, welche ebenso wie Streit der Eltern und beengte Wohnverhältnisse für die soziale, emotionale und kognitive Entwicklung des Kindes abträglich sind. Dabei hat das Kind in der Regel weniger Rückzugsmöglichkeiten und ist gleichzeitig einer Vielfalt von Störungen und hemmenden bzw. inadäquaten Reizen ausgesetzt (RUTTER, 1985). Ähnliches gilt für die Kriminalität des Vaters. Hier kann es zu einer Vielzahl von unmittelbaren Auswirkungen kommen, die sich nicht nur in abnormen Erziehungsbedingungen, sondern auch in der negativen Vorbildfunktion und einer verminderten Anpassungsleistung in kognitiver wie auch in sozialer oder emotionaler Hinsicht in der Familie auswirken. Der Indikator "früherer Heimaufenthalt des Kindes" spricht für die verminderte Versorgungsmöglichkeit in der Familie, weist aber andererseits meist auch auf frühere Verhaltensauffälligkeiten des Kindes hin, die zumindestens nicht bewältigt werden konnten; dieser Punkt war nur in der englischen Studie von Bedeutung.

Die angeführten Merkmale sind insgesamt gute Prädiktoren für psychische Auffälligkeit des Kindes. Im Vergleich waren dabei Kinder aus einer Großstadt doppelt so häufig von diesen negativen Umweltereignissen betroffen wie in einer ländlichen Umgebung. Dies ging mit einer ebenso größeren Anzahl von negativen Hintergrundfaktoren parallel (RUTTER und Mitarbeiter, 1975). Diese Faktoren sind aber auch für jene kinderpsychiatrischen Störungen von Bedeutung, die durchgehend über einen längeren Zeitraum und über verschiedene Situationen hinweg bestehen bleiben (RUTTER und Mitarbeiter, 1976). In der erwähnten deutschsprachigen Untersuchung (VOLL und Mitarbeiter, 1982) war zu erkennen, daß die Auffälligkeitsrate ohne das Vorhandensein solcher psychosozialer Risikofaktoren bei 12 %



lag. Traf aber mindestens eine der oben erwähnten sechs Risikofaktoren zu, lag die Rate bei 25 % (im Vergleich einer mittleren Auffälligkeitsrate bei 8jährigen von 16 %). Wenn aber gleichzeitig zwei, gleichgültig welche, dieser negativen Hintergrundvariablen vorhanden waren, so lag die Auffälligkeitsrate der Kinder bereits bei 50 %, wenn aber drei dieser sechs Merkmale vorlagen, hatte jedes Kind eine psychiatrische Störung. Eine hohe familiäre Belastung geht aber auch mit einer erhöhten Häufigkeit von Teilleistungsschwächen einher (ESSER und SCHMIDT, 1987). Vermutlich sind dabei die Möglichkeiten, innerhalb der Familie kompensatorische Fähigkeiten zu entwickeln, sehr gering ausgeprägt.

Obwohl in einer Reihe von epidemiologischen Untersuchungen auch die Langzeitauswirkungen solcher Belastungsfaktoren beschrieben werden (NICOL, 1985) und auch in der familientherapeutischen Literatur mitunter derartige Probleme, allerdings wenig präzise, angeführt werden (POUSTKA, 1988), sind bislang die operationalisierbaren genaueren Zuordnungen der verschiedenen sogenannten assoziierten, aktuellen, abnormen psychosozialen Umstände unklar geblieben (van GOOR-LAMBO van, 1987). Erst jüngst sind im Rahmen der sogenannten Multiaxialen Klassifikation in der Kinder- und Jugendpsychiatrie derartige Beschreibungen trennscharf und mit erheblichem Aufwand neugefaßt worden (van GOOR-LAMBO van und Mitarbeiter, 1990, WHO, 1988).

Wahrscheinlich sind die verschiedenen Risikofaktoren in verschiedenen Altersbereichen unterschiedlich stark wirksam, nicht nur weil dies auch von der Dauer der Einwirkung abhängt, sondern auch weil zu vermuten ist, daß die Bedeutung zum Beispiel väterlicher gegenüber mütterlicher Einwirkungen, Krankheit in der Familie oder Streitsituationen, entsprechend dem Entwicklungsalter und dem Geschlecht des Kindes, variiert (POUSTKA und SCHMECK, 1993).

Aber auch Merkmale des Kindes selbst sind von Bedeutung, zum Beispiel seine Intelligenz, Erkrankungen, die das Gehirn direkt betreffen, oder auch Temperamentsfaktoren. Kinderpsychiatrische Untersuchungen haben schon früh gezeigt, daß niedrige Intelligenz und cerebrale Erkrankungen mit einer vermehrten Häufigkeit von Verhaltensauffälligkeiten verbunden sind (RUTTER und Mitarbeiter, 1970a). Negative Temperamentsmerkmale sind solche, die an sich psychopathologisch keine Auffälligkeit bedeuten, aber ungünstige Eigenschaften darstellen und die damit auch mit einer erhöhten Verletzbarkeit des Kindes hinsichtlich seiner psychischen Stabilität einhergehen. Solche Temperamentsmerkmale sind zum Beispiel eine schwerfälli-

ge Adaptation neuen Situationen oder fremden Personen gegenüber oder eine sehr intensive Reaktion auf kleinere Alltagsreize, ferner instabile, langandauernde Muster, was den Schlaf-Wach-Rhythmus oder Eß- bzw. Ausscheidungsrhythmus betrifft, ferner erhöhte Ablenkbarkeit, geringe Aufmerksamkeitsspanne und anderes mehr (THOMAS und CHESS, 1980). Temperamentsmerkmale werden aber wegen des damit verbundenen hohen Aufwandes selten direkt untersucht - es ist anzunehmen, daß feinneurologische Auffälligkeiten, intellektuelles Verhalten und psychophysiologische Reagibilität mit Temperamentsfaktoren in Verbindung stehen und so (zugegebenerweise spekulativ betrachtet) indirekt miterhoben werden (zu weiteren Ausführungen s. DUNN, 1980).

Kinder mit Schwierigkeiten in der Schule, gleichgültig ob dies einen allgemeinen Bildungsrückstand oder bestimmte Teilleistungsschwierigkeiten betrifft, sind ebenfalls in ihrer psychischen Stabilität in einem höheren Ausmaß gefährdet. Umgekehrt bedeuten gute Intelligenz, positive Temperamentsmerkmale, weibliches Geschlecht (Mädchen sind in der Regel stabiler als Knaben und haben auch in einem geringeren Prozentsatz entwicklungsbedingte Rückstände) und wenigstens eine gute Beziehung zu einem Erwachsenen (trotz heftigem Streitmilieu), daß dem Kind gute Schutzmechanismen zur Verfügung stehen, die zu einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegen akute und chronische Streßeinwirkungen dienen (RUTTER, 1979).

Es ist klar, daß die Fülle dieser Probleme in der unmittelbaren Umwelt des Kindes bzw. die Eigenschaften des Kindes selbst in groß angelegten Felduntersuchungen nicht mit derselben Intensität untersucht werden können, wie dies etwa in klinischen bzw. behandlungsbegleitenden Untersuchungen der Fall ist. Daher muß eine sorgfältige Auswahl jener Faktoren getroffen werden, von denen man weiß, daß sie die kräftigsten Aussagen über eine mögliche psychosoziale Gefährdung des Kindes ergeben können.

In bezug auf Lärmauswirkungen, etwa durch militärische Tiefflüge, kommt der Erfassung solcher Hintergrundsmerkmale auch deshalb ein besonderes Gewicht zu, weil das Verhältnis von Lärm und psychosozialen Hintergrundsbedingungen von vornherein nicht klar voneinander zu trennen ist, besonders deswegen, weil, wie bereits ausgeführt, die Reaktionsbereitschaft in schwierigen Problemsituationen möglicherweise besonders kompliziert zu erfassen ist. Letzten Endes bedeutet dies, daß die erfaßten Hintergrundsmerkmale in beiden Gebieten unterschiedlicher Lärmbelastung gleichgehal-

ten werden müssen, um die isolierte Auswirkung des Lärms an sich von den anderen Auswirkungen in ihrer Bedeutung unterscheiden zu können.

Die Art und Intensität einer psychischen Störung ist natürlich die aufzuklärende Zielvariable einer kinderpsychiatrischen Felduntersuchung. Es müssen also jene Symptome erfaßt werden, die am besten über das Ausmaß von Beeinträchtigung der psychischen und psychosomatischen Gesundheit Auskunft geben können.

### ***Zur Strategie epidemiologischer Untersuchungen: das 2-stufige Vorgehen***

Die Epidemiologie gilt als jener Wissenschaftszweig, der sich mit der Häufigkeit von Krankheiten in der Bevölkerung oder in bestimmten Bevölkerungsgruppen befaßt, und der die Verteilung von physiologischen Variablen sowie von Krankheiten und deren physikalischen wie sozialen Determinanten und Folgen in der Bevölkerung behandelt (PFLANZ, 1973). Man kann deshalb Epidemiologie als eine Untersuchungsmethode verstehen, die Aussagen macht, warum die Verteilung von Krankheiten in einer Population schwankt und mit welchen bestimmten Umständen dies zusammenhängen mag. Dabei sind epidemiologische Untersuchungsvorhaben nicht abhängig von der Untersuchung einer sehr großen Stichprobe, sie ist aber wohl davon abhängig, wie diese Stichprobe gewonnen wird.

Da die Untersuchung von Kindern, wie dargestellt, für die gegenständliche Fragestellung sehr umfangreich ist und weiter meist zwei umfangreiche Interviews durchgeführt werden müssen (Befragung der Eltern und der Kinder), sind größere Populationen auf sinnvolle Weise meist nur durch eine zweistufige Vorgangsweise erfaßbar. Dies bedeutet, daß vor der eigentlichen Untersuchung ein Siebverfahren vorgeschaltet wird. Das Meßinstrument eines solchen Siebverfahrens ist typischerweise ein Fragebogen. Mit Hilfe eines solchen soll eine Anreicherung von zu untersuchenden Personen mit einer psychischen Auffälligkeit oder Störungen in verschiedenen Bereichen erhalten werden können. Wichtig ist dabei, daß die Qualität des Siebinstrumentes, also des Fragebogens, das heißt seine Spezifität, seine Sensitivität und Prädiktivität bekannt ist (EARLS, 1980; GEISEL und Mitarbeiter, 1982). Die Resultate von Untersuchungen mittels Siebinstrumenten lassen keinen direkten Schluß auf die klinische Wertigkeit bestimmter Auffälligkeiten und Störmuster zu, bedeutet aber eine wesentliche Annäherung an eine klinische Diagnose (ACHENBACH, 1985).

In der Folge können dann 2 Stichproben aus der Grundgesamtheit intensiver weiter untersucht werden: nämlich erstens jene Probanden mit hohen positiven Werten im Fragebogenergebnis, also mit einer Wahrscheinlichkeit, höher auffällig zu sein. Eine zweite Stichprobe wird dann in einem derartigen Verfahren ohne Berücksichtigung des Siebverfahrens nach einem Zufallsprinzip aus der Grundgesamtheit der Population gezogen. Damit werden zwei Probleme mittels des Verfahrens gelöst. Zum ersten wird damit gewährleistet, daß eine ausreichende Anzahl von Störungen mit in die Untersuchung der zweiten Stufe, also in die intensive Hauptuntersuchung, einfließt, zum zweiten bietet die Zufallsauswahl aus der Gesamtstichprobe die Gewähr dafür, daß eine repräsentative Auswahl mit einer hohen Rate von gesunden Kindern den gestörten Kindern gegenübergestellt kann. Würde man ein derartiges Siebverfahren nicht anwenden, wären nur wenig Kinder mit psychischen Störungen auch bei ausgedehnten Untersuchungen erfaßbar. Zum Beispiel wäre nach den Hochrechnungen epidemiologische Prävalenzzahlen unter 400 Kindern (was bei gleichzeitiger Befragung von Eltern und Kindern bedeutet, daß 800 Interviews durchgeführt werden müssen) nur mit ca. 50 (12 bis 13 %) gestörten Kindern zu rechnen ist (bei einer Streubreite von 6 bis 37 % zu erwartender Störungen - siehe Diskussion in POUSTKA, 1984; bzw. in SCHWARTZ, GOULD und Mitarbeiter, 1981; siehe auch die Prävalenzangaben psychischer Störungen, die gerade in ländlichen Gebieten relativ niedriger liegen - CASTELL und Mitarbeiter, 1981). Damit ließen sich aber keine sinnvollen Vergleiche über die Bedeutung von Hintergrundvariablen in einem großen Gebiet erzielen, weil die sogenannte Zellenbesetzung (Anzahl von Probanden, bei denen bestimmte Hintergrundvariablen mit bestimmten Störungsbildern zusammentreffen) zu klein würde.

Ferner ist eben eine eingehende Untersuchung von einem sehr großen Bevölkerungsanteil aus ökonomischen, zeitlichen und auch personellen Gründen nicht möglich. Die Untersuchung umfaßt ja nicht nur Interviews, sondern bezieht auch zum Beispiel Testergebnisse in bezug auf das verballogische intellektuelle Verhalten und neurologische sowie weitere, wie eben im gegenständlichen Fall, psychophysiologische Untersuchungen mit ein.

### ***Falldefinition und Schwellenwerte für psychische / psychosomatische Störungen***

Eines der empfindlichsten und schwierigsten Probleme für epidemiologische Untersuchungen ist die Falldefinition (POUSTKA, 1984). Sicher ist das wichtigste Einzelkriterium einer Falldefinition die klinische Diagnose,

sie allein kann aber die Probleme einer Falldefinition nicht lösen (COOPER, 1978). Die klinische Diagnose wird nach bestimmten Klassifikationskriterien gestellt, wie nach dem Internationalen Schlüssel für Krankheiten (ICD) oder des Diagnostischen Statistischen Manuals III der Amerikanischen Psychiatrischen Assoziation - siehe REMSCHMIDT und SCHMIDT, 1986<sup>2</sup>, DSM-III, 1984, DSM-III-R, 1989. Neben einer derartigen qualitativen Zuordnung ist auch die Bewertung der Intensität, Frequenz und Dauer einer Störung notwendig. Auch sind manche Symptome schwierig zu objektivieren und die umfangreiche Beschreibung einer dadurch bedingten Funktionseinschränkung bedarf einer genauen Festlegung (. So können verschiedene psychopathologische Symptome eine Rolle spielen, wenn ein Kind nicht in die Schule geht oder nicht gehen kann (POUSTKA, 1980, POUSTKA, 1989), aber auch hier ist es von ausschlaggebender Bedeutung für die Behandlungsbedürftigkeit, ob eine derartige Symptomatik einige Tage oder über viele Monate anhält.

Nach RUTTER und Mitarbeiter (1970b) muß zu einer Diagnosestellung auch das Alter des Kindes und seine soziokulturellen Merkmale miteinbezogen werden. Verschiedene entwicklungsbedingte Schwierigkeiten sind erst ab einem gewissen Alter behandlungsbedürftig und in manchen Familien werden Schwierigkeiten zu lange toleriert oder andererseits zu stark betont. Ferner ist bei einer Diagnosenstellung zu beachten, ob eine Symptomatik zu einer wesentlichen Funktionseinschränkung auf mehreren Gebieten beiträgt (zum Beispiel auf das adaptive Verhalten zu Gleichaltrigen, in der Familie, Schule und Freizeit).

Eine psychiatrische Störung ist schließlich nicht ohne weiteres mit einer Anwesenheit von Krankheit gleichzusetzen (RUTTER und Mitarbeiter, 1970a). Man schätzt, daß etwa 1/3 der Kinder, die in epidemiologischen Untersuchungen als gestört identifiziert werden, tatsächlich behandlungsbedürftig sind, der Rest ist entweder vulnerabel oder benötigt eine vorbeugende Beratung (KOLVIN, 1973).

Je älter Kinder sind, desto wertvoller und verlässlicher sind ihre Mitteilungen über sich selbst. Kinder im Alter von 8 Jahren lassen sich hingegen nur in etwa 50 % durch ihre eigenen Angaben alleine in bezug auf das Vorhandensein einer Störung richtig zuordnen (RUTTER und GRAHAM, 1968; BERG und FIELDING, 1979; SCHWARZBACH, 1978). Es ist daher notwendig, daß, je jünger Kinder sind, immer auch Fremdanfragen miteinbezogen werden müssen und ferner, daß, je älter Kinder sind, auch eher unterschiedliche Angaben aus der eigenen Erlebniswelt des Kindes verwertet

werden müssen, die den Eltern dann schon weniger gut bekannt sind (POUSTKA, 1988).

## ***Die Behandlung von Nichtteilnehmern an der Studie***

Es gibt verschiedene Gründe, warum Eltern oder Kinder oder beide an einer Felduntersuchung nicht teilnehmen. Eine Reihe von Familien fällt aus rein demographischen Gründen aus, weil entweder die von den Gemeinden stammenden Adressen falsch sind oder inzwischen Veränderungen des Wohnortes eingetreten sind. Aktive Nichtteilnehmer können weiter unterteilt werden, zum Beispiel in jene, die offen erklären, daß sie nicht wünschen, an solchen Untersuchungen teilzunehmen, zum Beispiel wegen Mißtrauens in den Datenschutz. Wieder andere würden zwar gerne daran teilnehmen, aber immer dann, wenn man eine Untersuchung am Ort durchführen möchte, sind sie gerade zu beschäftigt, haben aus anderen Gründen keine Zeit oder hatten wiederholt irrtümlich eine andere Verabredung zum selben Zeitpunkt.

Es ist immer eine heikle Frage, was passiert, wenn eine Population, die sich auf eine offene oder verdeckte Weise von einer Untersuchung fernhält, nicht in das Gesamtergebnis einer Untersuchung miteinbezogen werden kann. Während COX und Mitarbeiter (1977) feststellten, daß unter den Verweigerern eine doppelt so hohe Auffälligkeitsrate in kinderpsychiatrischer Hinsicht bestand wie unter den Untersuchten, meinten ALLEHOFF und Mitarbeiter (1983, 1988) in einer Untersuchung in Mannheim, daß ein Artefakt durch eine relativ große Anzahl von Verweigerern nicht aufzufinden war, und zwar auch nicht in den weiteren Verlaufsuntersuchungen dieses Längsschnitts.

In beiden Publikationen war eine aktive Verweigerungsuntersuchung dargestellt worden. Die Unterschiede der Aussagen lassen sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß im ersten Fall der englischen Untersuchung lediglich von einer Verweigerungsrate von 8 % ausgegangen wurde, während in der Mannheimer Untersuchung die Verweigererrate annähernd 40 % betrug. Dies führt zur Überlegung, daß eine relativ hohe Anzahl von Verweigerern die Unterschiede wieder egalisiert.

In jedem Fall ist aber sorgsam darauf zu achten, inwieweit Prävalenzaussagen (also die Häufigkeit des Vorkommens einer Störung in einer definierten Population) auf eine repräsentative Weise bei einer hohen Anzahl von Nicht-Teilnehmern (randomisiert ausgewählten, aber nicht erreichten Personen) noch möglich ist. Weiter muß kontrolliert werden, inwieweit eine sy-

systematische Verzerrung der Ergebnisse vorliegen mag oder nicht. Bis zu einem gewissen Ausmaß können in Vergleichsuntersuchungen mit einer Kontrollgruppe systematische Verzerrungen indirekt untersucht werden. Bei einer größeren Anzahl von Nichtteilnehmern ist es aber immer ratsam, aktiv wiederholt zumindestens auf eine völlig anonymisierte Art den Nichtteilnehmern nachzugehen, um mögliche Verzerrungseffekte besser einschätzen zu können - ein Verfahren, das aber Grenzen hat, weil eine Anonymisierung bei 2-stufigen Untersuchungen für die 1. Stufe ja nicht möglich ist (eine Auswahl für die Stichprobe der zweiten Stufe kann nicht anonym getroffen werden).

Kinderpsychiatrische, epidemiologische Untersuchungen sind grundsätzlich dann schwerer durchführbar, wenn gerade die Diskussion über Datenschutzbedingungen einen aktuellen Stellenwert hat. Nun sind Datenschutzbedingungen immer ein wesentlicher Faktor jeder sorgfältigen Untersuchung, schon deswegen, weil eine 2. Stufe einer Untersuchung nicht durchgeführt werden kann, wenn hier Probleme deutlich werden. Die ethischen Momente, die hinter dem Datenschutz stehen, können hier als selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Gerade in der gegenständlichen Untersuchung waren die Meinungen sowohl über die Datenschutzbedingungen als auch über die politischen Konstellationen sehr aktuell. Die Untersuchung stand im Vorfeld der letzten Volksbefragung in Deutschland und die Diskussion über die Bedeutung der militärischen Tiefflugübungen war - deswegen ist ja diese Studie auch in Auftrag gegeben worden - gerade sehr kontrovers auch in den Massenmedien geführt worden.

Wir haben zwar keine systematischen Erhebungen darüber durchgeführt, wir sind aber der Ansicht, daß die Ressentiments gegen eine Teilnahme an dieser Untersuchung von eher kleinen, aber sehr engagierten Gruppierungen vorgetragen wurden, und zwar aus recht unterschiedlichen politischen Motiven. Dies betrifft Vorwürfe aus den unterschiedlichsten "Lagern". So gab es zum Beispiel Anfragen bei der Landesregierung, ob die mit Hilfe von Steuermitteln durchgeführten Untersuchungen Anlaß für die Einstellungen von Übungen der NATO sein sollten oder, auf der anderen Seite, ob damit die Harmlosigkeit von Tiefflugübungen dargestellt werden solle, damit eben die NATO ungehindert weiter üben dürfe. Es waren bei vielen Besprechungen vor Ort, die zeitweilig eine wesentliche zeitliche Belastung der Mitarbeiter bedeutete, klarzustellen, daß die gerade eben in einer bestimmten Gruppe geäußerten Meinungen nicht unbedingt die Meinung der Gesamtbevölke-

rung darstellen, gerade weil wir recht unterschiedliche Rückmeldungen erfahren hatten - auch ein Beitrag zur praktischen Felduntersuchung. Mitunter waren sich nämlich die einzelnen Gruppierungen bei weitem nicht darüber im klaren, daß ihre Überzeugung durchaus einer anderen konträren, quer durch die verschiedenen politischen Lager, gegenüberstand.

Dies unterstreicht noch einmal die Wichtigkeit der Untersuchung von Nichtteilnehmern an dieser Studie, wie sie schließlich unter Mitarbeit von WEFERS durchgeführt und ausgewertet wurde (WEFERS, 1990).

## **Zusammenfassung**

Diese Studie gründet auf der Methode sogenannter 2-stufiger, kinderpsychiatrischer, epidemiologischer Forschungen. Die 1. Stufe beinhaltet die Durchführung von sogenannten Siebuntersuchungen mit Hilfe mehr oder weniger kurzer, aber gut zuordnenbarer Fragebögen. Dies führt über mehr oder weniger grobe Indikatoren zu einer Identifizierung von Kindern mit wahrscheinlich erhöhter Auffälligkeit. Diese Kinder werden dann zusammen mit einer Zufallsstichprobe in einer 2. Stufe in den Wohnungen der Familien genauer untersucht. Auf diese Weise wird - abhängig von der Güte des Siebinstruments - eine Stichprobe von auffälligen Kindern solchen ohne Auffälligkeiten gegenübergestellt, so daß verschiedene bekannte Hintergrundvariablen in ihrer Assoziation zu den Störungsmustern der Kinder dargestellt werden können.

## **Grundlagen der auf Tieffluglärm bezogenen Untersuchung**

### ***Einführung in die Untersuchungen zur Belastung durch Lärm, speziell durch Fluglärm***

Zunächst soll hier auf die neueren Vorstellungen zu den einschlägigen Untersuchungen eingegangen werde. In einem zweiten Teil erfolgt dann eine detailliertere Zusammenfassung der entsprechenden Literatur.

Generell sind die älteren Berichte dazu dadurch gekennzeichnet, daß es entweder keine Untersuchungen gibt, die direkt mit der Auswirkung von Fluglärm auf Kinder in Zusammenhang gebracht werden können oder es waren keine standardisierten Forschungsdesigns erkennbar, zum Beispiel in den Untersuchungen der 60er und 70er Jahre (TAKAHASHI und KYO, 1968; KODAMA, 1978; ANDO und Mitarbeiter, 1975; oder ROHRER, 1970). Diese Untersuchungen beziehen sich auch nicht auf die Besonderheit



des militärischen Tiefflugs mit seinem überraschenden, impulsartigen Effekt.

Über die Wirkung von Fluglärm auf die Entstehung von akuten bis chronischen Symptomen haben vor allem die Arbeiten um TARNOPOLSKY und Mitarbeiter (1980) und die Folgeuntersuchungen, zum Beispiel von STANSFELD und Mitarbeiter (1985a), zu interessanten Ergebnissen geführt. Sie sind um so wertvoller, als diese Studien zu den methodisch am besten fundierten gehören: es wurden vor allem die verschiedene Art der Lärmempfindlichkeit bei den untersuchten Frauen in unterschiedlicher Exposition ihres Wohngebietes zum Flughafen Heathrow in Beziehung zu psychischen Störungen, zur Persönlichkeit und Reaktivität auf sensorische Reize untersucht. Die lärmempfindlichen Frauen zeigten dabei wesentlich häufiger psychiatrische Symptome, wenn sie einen höheren sogenannten Neurotizismuswert erreichten, und sie reagierten dann auch vermehrt auf andere Störungen. Die psychischen Störungen bestanden häufig in (milden) depressiven Verstimmungen und ängstlich-phobischen, neurotischen Störungen. Insgesamt erbrachte die Studie keinen Hinweis darauf, daß Lärm eine psychische Morbidität bei lärmempfindlichen Frauen induziert. Auf der anderen Seite war eine hohe Lärmempfindlichkeit mit einem mittleren bis hohen Niveau von allgemeiner Ängstlichkeit verbunden. Die Furcht vor Lärmquellen könnte nach den Ergebnissen dieser Studie, ähnlich wie die Empfindlichkeit gegenüber Lärm, generell auf eine Tendenz hinsichtlich von Ängstlichkeit verweisen, so daß Lärm als eine Art von "Test auf eine Reaktivität" wirkt, welche jene Frauen identifiziert, die eine Tendenz zu ängstlich-phobischen Reaktionsweisen zeigen.

In diesem Zusammenhang wird auch die Bedeutung sogenannter asthenischer, subklinischer Symptome diskutiert. Dabei handelt es sich um Symptome, denen kein definitiver Krankheitscharakter innewohnt, die aber eine Problembelastung durch Müdigkeit, Irritierbarkeit, gestörtes Schlafverhalten, Befangenheit, Hemmung und Zurückgezogenheit und anderes mehr bedeuten. Derartige Symptome könnten neurotische Aspekte einer Persönlichkeit in Form einer intensiveren Empfindlichkeit und Reaktionsbereitschaft, wie sie bei vielen Neurosen zugrundeliegt, darstellen.

In derselben Untersuchung (STANSFELD und Mitarbeiter, 1985b) wurden auch psychophysiologische Maße wie Blutdruck, Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit, aber auch eine Hörschwellenbestimmung, durchgeführt. Die Ergebnisse der psychophysiologischen Messungen zeigten aber keine eindeutigen Unterschiede zwischen den verschiedenen lärmempfindlichen Grup-

pen der untersuchten Frauen mit einer Ausnahme, nämlich der, daß die hochsensiblen Frauen eine konsistent geringere Herzschlagfrequenz aufwiesen. Eine Beziehung zu einer Hörschwellenbeeinflussung konnte hier ebenfalls nicht festgestellt werden. Die Hautleitfähigkeit war allerdings, unabhängig von der Lärmempfindlichkeit, bei jenen Frauen signifikant erhöht, die einer höheren chronischen Fluglärmbelastung ausgesetzt waren. Insgesamt ist die Untersuchung auch ein elegantes Modell für eine epidemiologische Untersuchung zur Bedeutung einer speziellen Lärmeinwirkung.

Vergleichsweise ist die umfangreiche Untersuchung des Fluglärmprojektes mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (ROHRMANN et al., 1978) ohne greifbare Ergebnisse geblieben, was die Auswirkungen auf die Gesundheit von fluglärmexponierten Gruppen betrifft. Zum Teil lag dies wahrscheinlich auch daran, daß insbesondere die medizinischen und psychologischen Aspekte nicht auf die psychosomatischen Störungen im weiteren Sinn bezogen war. Es gelang offenbar auch nicht, einen Zusammenhang zwischen den physiologischen Experimentaluntersuchungen (Laboruntersuchungen) und Felddaten zu finden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung nach den Analysen der medizinischen Daten machten deutlich, daß Fluglärm nicht zu manifesten Erkrankungen führte, jedoch tendenziell zu Veränderungen vegetativer Funktionen. Eindeutige Zusammenhänge zwischen Blutdruck und Grad der Flugbelastung waren aber auch nicht erkennbar.

Auch in der Untersuchung von COHEN und Mitarbeiter (1980) finden sich Beziehungen zwischen Fluglärm und psychophysiologischen Parametern - und zwar insbesondere der kognitiven Leistungsfähigkeit bzw. der Auswirkungen von Fluglärm auf Kinder in bezug auf Aufmerksamkeitsspanne, Konzentration und Blutdruck. Aber auch in dieser Studie wird betont, daß die Ergebnisse von Laboruntersuchungen nicht in Einklang mit denen in Felduntersuchungen zu bringen waren, so daß keine eindeutigen Mustern an Zusammenhängen mit erheblichen Risikofaktoren durch die Fluglärmbelastung identifiziert werden konnten.

Da zweifellos die Fluglärmbelastung von Wohngebieten in der Nähe großer Flughäfen neben dem Arbeits- und Straßenlärm zu den empfindlichsten Einwirkungen gehört, sind eine Reihe dieser Untersuchungen im Umfeld von Flughäfen durchgeführt worden. In arbeitsphysiologischen Untersuchungen wurde immer wieder betont, daß generelle Lärmeinwirkungen eine Behinderung der Kommunikation, der akustischen Umwelterorientierung, ferner eine Beeinträchtigung der geistigen Leistung, unterschiedliche kör-

perliche Reaktionen und Schlafstörungen verursacht (SZADKOWSKY, 1983). Mit einer Ausnahme seien die Veränderungen der Herzfrequenz, des Hautwiderstandes der Katecholaminausscheidung zwar nicht anzuzweifeln, es komme ihnen für sich allein aber kein Krankheitswert in Zusammenhang mit der Lärmbelastung zu. Untersuchungen mit epidemiologischem Ansatz hätten eine erhöhte Inzidenz eines arteriellen Hochdruckleidens durch jahrelange Lärmbelastung nicht eindeutig nachweisen können. In Laboruntersuchungen ist jedoch die Beeinträchtigung des Schlafes, sowohl was die Dauer als auch die Qualität des Schlafes betrifft, nachgewiesen - die Häufigkeit der leichten Schlafstadien nimmt unter bedeutenden Lärmereignissen zu und die der Tiefschlafabschnitte ab. Die Auswirkungen auf den Schlaf scheinen dann am häufigsten zu sein, wenn es kaum Ruhepausen gibt bzw. dann, wenn die Lärmbelastung nachts relativ hoch ist. Hier sind offensichtlich Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung und sogenannten psychosomatischen Reaktionen wie Kopfschmerzen, Mattigkeit, Nervosität, Gereiztheit, Erschrecken deutlich (GUSKI, 1987).

Eine gesicherte kausale Beziehung zwischen Krankheit und Lärmauswirkung besteht am eindeutigsten wohl in der Auswirkung auf das Hörvermögen, und zwar sowohl für eine chronische Lärmexposition als auch für akute plötzliche Schallereignisse. ISING und Mitarbeiter (1987) konnten nach Ergebnissen audiometrischer Einstellungsuntersuchungen an knapp 4.000 Jugendlichen, die noch nicht beruflich lärmexponiert waren, bei etwa 2 % deutliche Innenohrschäden feststellen. Die gleichzeitig durchgeführten Befragungen zeigten, daß dafür offenbar Knalltraumen durch Feuerwerkskörper oder Pyropistolen die häufigsten Ursachen waren. Weniger häufig nachweisbar waren Hörschäden durch das Hören lauter Musik.

SPRENG und Mitarbeiter (1987, 1991) diskutieren aufgrund der Registrierung und komplexen Analysen von Schallereignissen tieffliegender militärischer Strahlflugzeuge eine geringe Schädigung des Gehörs in Tieffluggebieten bei gelegentlichen mittleren täglichen Belastungen, aber auch bei extremen Einzelereignissen. Der Nachweis einer eindeutigen Schädigung steht allerdings aus. Die nachgewiesenen Innenohrschädigungen durch plötzliche Knalltraumen sind an sich dadurch bedingt, daß die reflektorische Kontraktion der Muskulatur des Mittelohres durch das plötzliche Schalltrauma zu spät kommt und damit die Schutzfunktion des Reflexes unterlaufen wird. Dadurch kann es von der Trommelfellzerreiung bis zur mechanischen Schädigung der Schalleitungskette kommen. Im Innenohr kann es durch einen analogen Mechanismus zur Zerreißung der sogenannten Basiliarmem-

bran und Ernährungsstörungen an den Haarzellen des Innenohres kommen. Ursächlich für eine derartige Schädigung gelten Schalldruckspitzenwerte je nach Art der Knallerzeugung von 140 bis 200 dB. Dabei ist der sehr schnelle Anstieg auf einen hohen Schalldruckspitzenwert durch wenige Mikrosekunden ein ausschlaggebender Faktor (SZADKOWSKI, 1983, DIEROFF, 1991).

Im Folgenden sind Untersuchungsergebnisse über psychophysiologische, kognitive und psychiatrische Auswirkungen des Fluglärms zusammenfassend dargestellt. Eine detaillierte tabellarische Übersicht über bisher dazu vorliegende Untersuchungsergebnisse ist bei SCHMECK (1992) beschrieben. Den Stand der einschlägigen Untersuchungen durch verschiedene Fachrichtungen finden sich in POUSTKA (1991).

### ***Zusammenfassung über die Literatur zu Lärmauswirkungen***

Bei einer Zusammenschau bisheriger Untersuchungen und Überblicksarbeiten zum Thema 'Auswirkungen von Lärm' läßt sich erkennen, daß in den meisten Studien kardiovaskuläre Parameter wie z.B. der Blutdruck untersucht wurden. Es zeigen sich folgende, zum Teil widersprüchliche Ergebnisse, die nach psychophysiologischen Parametern getrennt dargestellt werden:

#### **Studien zu Blutdruckveränderungen:**

In den meisten Studien wird von einem erhöhten Blutdruck als Folge von Lärmbelastung berichtet. Dies zeigt sich für eine Erhöhung des mittleren Blutdrucks in den Studien von ANDREN et al. (1982), v.EIFF & NEUS (1980), v.GIERKE & HARRIS (1990), KNIPSCHILD (1977a,b), OTTEN et al. (1990) (nur bei Frauen) und VERBEEK et al. (1987). Systolische Blutdruckerhöhungen finden sich bei COHEN et al. (1980), CURIO & ISING (1986) (nur bei Mädchen), ISING et al. (1980), ISING & MICHALAK (1990) und Wu et al. (1988), diastolische Blutdruckerhöhungen bei ANDREN et al. (1982), BARTSCH et al. (1986), COHEN et al. (1980), CURIO & ISING (1986) (nur bei Mädchen), v.EIFF et al. (1981), ISING et al. (1980), ISING & MICHALAK (1990), MOSSKOV & ETTEMA (1977a,b,c).

Eine Senkung in Folge von Lärm wird nur für den systolischen Blutdruck in den Studien von BARTSCH et al. (1986) und MOSSKOV & ETTEMA (1977c) berichtet. Widersprüchliche Ergebnisse bzw. kein Zusammenhang

zwischen mittlerem Blutdruck und Lärm beschreiben BABISCH & GALLACHER (1990), DELIN (1988), v.DIJK et al (1987a,b), v.EIFF et al. (1981), KNIPSCHILD & SALLE (1979) und STANSFELD et al. (1985b).

Erhöhungen des Blutdrucks durch Einwirkung von Lärm konnten in einer Reihe von Untersuchungen nur nachgewiesen werden für Untergruppen von Probanden mit besonderer Verletzbarkeit wie z.B. kranke Menschen (GRIEFAHN 1982), Probanden mit familiärer Hypertoniebelastung (v.EIFF et al 1981), alte Menschen (ISING & MICHALAK 1990), Kinder (COHEN et al 1980, CURIO & ISING 1986) und generell lärmempfindliche Menschen (OTTEN et al 1990).

Auch die Einstellung zur Lärmquelle scheint von großer Bedeutung zu sein. Bei Probanden, die lange Jahre hinweg an einem sehr lärmexponierten Arbeitsplatz tätig waren, sich aber gleichzeitig mit der Lärmquelle identifizierten wie z.B. im Cockpit eines Düsenjägers (v.GIERKE & HARRIS 1990) oder im Maschinenraum eines Schiffes (DELIN 1988), konnte keine Blutdruckerhöhung festgestellt werden. Es ist zu vermuten, daß auch die umgekehrte Schlußfolgerung zutrifft, und zwar daß Menschen, die sich sehr über eine Lärmquelle aufregen, eher unter Blutdruckerhöhungen leiden als diejenigen, die sich mit der Lärmquelle in irgendeiner Form arrangiert haben.

#### **Studien zu Auswirkungen auf die Herzaktion:**

Lärm scheint zu einer Senkung der Herzfrequenz zu führen, wie dies die Untersuchungen von BARTSCH et al. (1986), CURIO & ISING (1986), ISING & MICHALAK (1990), MOSSKOV & ETTEMA (1977a,c) und STANSFELD et al. (1985b) zeigen. Erklärt wird dies über eine kompensatorische Verminderung des Herzschlagvolumens durch eine Verlangsamung des Herzschlags bei peripherer Vasokonstriktion. Abweichend davon wird eine Herzfrequenzbeschleunigung beschrieben bei FRUHSTORFER & HENSEL (1980), ISING et al. (1980a,b) und SPRENG (1990). Diese Erhöhungen waren aber vor allem als Reaktion auf den Lärmbeginn zu sehen.

#### **Hautleitfähigkeitsveränderungen:**

Das Hautleitfähigkeitsniveau und die Hautleitfähigkeitsreaktionen sind ebenso wie die Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit Indikatoren der sympathischen Aktivierung. Nach Lärmbelastung scheinen sie erhöht zu sein. Dies berichten ROTH et al. (1984), STANSFELD et al. (1985b) und BALTISSSEN & BOUCSEIN (1986). Die Vorhersagbarkeit von Lärm scheint jedoch einen Einfluß darauf zu haben, wie der Körper auf diese Belastung reagiert. Wenn der Lärm (in der Laborsituation) angekündigt war,

fanden BALTISSEN & BOUCSEIN (1986) eine Verminderung von Hautleitfähigkeitsreaktionen. BÄTTIG et al (1980) beschreiben keinen Zusammenhang zwischen Lärmexposition und Veränderungen der elektrodermalen Aktivität. Im Vergleich zur kardiovaskulären Aktivität ist dieser wichtige Bereich vegetativer Funktion im Rahmen der Lärmuntersuchungen weitgehend vernachlässigt worden.

### **Veränderung der Muskelspannung unter Lärmeinwirkung:**

Auch dieser Parameter ist bisher kaum untersucht worden. In ihrer Übersichtsarbeit berichten SCHEIDT et al. (1986) von einer Zunahme der Muskelaktionspotentiale ( und damit auch der Muskelspannung) mit steigender Schallintensität.

### **Habituation auf Lärm:**

Diese für den Nachweis von langfristigen Reaktionen auf Lärm sehr wichtige Frage läßt sich anhand der bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht eindeutig und vor allem nicht für alle Parameter gleichsinnig beantworten. FRUHSTORFER & HENSEL (1980) beschrieben einerseits bei der peripheren Vasokonstriktion eine verminderte Reaktion des Körpers auf wiederkehrende bzw. andauernde Schallereignisse, SPRENG (1990) bei der Herzfrequenz und ROTH et al. (1984) bei der Hautleitfähigkeitsreaktion, bei nicht angekündigten Lärmreizen war jedoch keine Habituation beim Hautleitfähigkeitsniveau zu erkennen (BALTISSEN & BOUCSEIN 1986). Keine Habituation bzw. sogar eine Sensibilisierung mit verstärkter Reaktion zeigt sich nach Angaben von ISING & MICHALAK (1990) und MOSSKOV & ETTEMA (1977c) beim Blutdruck.

Bei der zusammenfassenden Betrachtung einer größeren Zahl von Untersuchungen kommen McLEAN & TARNOPOLSKY (1977) zu dem Schluß, daß die überwiegende Zahl aller Menschen (95%) eine Habituation auf unspezifische Lärmreize zeigt. Lärm mit hoher spezifischer Bedeutung scheint jedoch in sehr viel geringerem Umfang zur Habituation zu führen. Eine kleine Gruppe von Menschen (ca. 5%) ist anscheinend generell, also auch bei vollkommen bedeutungslosen Lärmreizen wie weißem Rauschen, nicht in der Lage zu habituierten. Diese Population muß als besonders gefährdet durch Lärm angesehen werden. Auch kranke Menschen scheinen mit einer erhöhten Empfindlichkeit auf Lärm zu reagieren. GRIEFAHN (1982) beschreibt gleiche körperliche Reaktionen bei 11 dB(A) niedrigeren Werten.

Die bisher dargestellten Untersuchungsergebnisse unterliegen für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung einer Einschränkung. Lärmuntersu-

chungen werden in der Regel mit Schallpegeln von unter 100 dB(A) durchgeführt. In der vorliegenden Untersuchung sollen aber die Auswirkungen von Tieffluglärm erfaßt werden, der neben der großen Pegelanstiegssteilheit vor allem auch durch die hohen Schallpegel mit bis zu 125 dB(A) charakterisiert ist. Es wäre möglich, daß sich beim Wechsel zu deutlich höheren Lautstärken ein 'qualitativer Sprung' in den Auswirkungen auf den Körper zeigt, der aus intensiven Schreckreaktionen rührt.

Deshalb sollen an dieser Stelle noch einmal die Ergebnisse der Studien dargestellt werden, in denen maximale Schallpegeln > 100 dB(A) erreicht wurden. Dieser hohe Lärm führte zu folgenden Auswirkungen auf den Körper:

- Der Blutdruck bei alten Menschen und Mädchen ist erhöht (ISING & MICHALAK 1990, CURIO & ISING 1986).
- Die Ergebnisse zu Herzfrequenzveränderungen sind uneinheitlich. SPRENG (1990) fand eine Erhöhung, CURIO & ISING (1986) und ISING & MICHALAK (1990) eine Abnahme und ROTH et al. (1984) keine Veränderungen. Eine eindeutigen Aussage ist somit bei diesem Parameter nicht möglich.
- Bei der elektrodermalen Aktivität scheint starker Lärm eine Aktivierung zu bewirken. Das Hautleitfähigkeitsniveau ist erhöht (ROTH et al. 1984) und die Hautleitfähigkeitsreaktionen sind vermehrt (Roth et al. 1984 und BALTISSEN & BOUCSEIN 1986).

### **Psychische Auswirkungen**

Neben den somatischen Auswirkungen von Lärm wurden in vielen Studien auch psychische Auswirkungen erfaßt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen stammen wiederum vor allem aus Erhebungen mit Erwachsenen. Ob sie auch gleichermaßen für Kinder gelten, bleibt wiederum offen.

Folgende Auswirkungen sind beschrieben worden (detaillierte Darstellung bei SCHMECK 1992):

1. Die von Mensch zu Mensch unterschiedliche subjektive Lärmempfindlichkeit scheint als Moderatorvariable bei der Bewertung von Lärmwirkungen eine ganz entscheidende Rolle zu spielen. Lärmempfindliche Menschen reagieren sehr viel stärker auf Lärm und entwickeln mehr Symptome, ihre Adaptationsfähigkeit an Lärm ist vermindert (STANSFELD et al. 1985b, JOB 1988, McLEAN & TARNOPOLSKY 1977).

2. Bedeutsame Moderatorvariablen scheinen weiterhin die subjektive Einstellung zur Lärmquelle und das Ausmaß an Gestörtheit durch Lärm zu sein (MELAMED et al. 1988, JOB 1988). Deshalb sollten diese beiden subjektiven Variablen gemeinsam mit der Lärmempfindlichkeit bei Untersuchungen zur Auswirkung von (objektiver) Lärmbelastung mit erfaßt werden.

3. DALL'AVA-SANTUCCI et al. (1988), KNIPSCHILD (1977b), STANSFELD et al. (1985b), TARNOPOLSKY et al. (1980) und McLEAN & TARNOPOLSKY (1977) beschreiben Auswirkungen vor allem im vegetativ/psychosomatischen Bereich: Schlafstörungen, Nervosität, Kopfschmerzen, Schmerzen ohne somatischen Befund und ähnliches. Möglicherweise besteht auch ein Zusammenhang in umgekehrter Richtung: Menschen mit diesen Symptomen fühlen sich verstärkt beeinträchtigt durch Lärm.

4. Während schwerwiegendere psychiatrische Erkrankungen als Folge von Lärm nicht beschrieben werden (McLEAN & TARNOPOLSKY 1977), gibt es Hinweise für eine Beeinträchtigung von Konzentrationsvermögen und geistiger Leistungsfähigkeit (COHEN et al. 1980, DALL'AVA-SANTUCCI et al. 1988, MOSSKOV & ETTEMA 1977a und SCHEIDT et al. 1986).

5. CURIO & ISING (1986) beschreiben Schlafstörungen, Ängste, Schreckreaktionen und Hilflosigkeitsgefühle bei Kindern als Auswirkung von militärischem Tieffluglärm hoher Lautstärke.

### ***Zusammenfassung der vorliegenden Untersuchungen***

Versucht man, aus den bisher vorliegenden Ergebnissen zu Auswirkungen von Lärm für die vorliegende Untersuchung ein Fazit zu ziehen, gelangt man zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Ergebnisse sind weitgehend uneinheitlich, die inter- und intraindividuelle Varianz ist groß.

2. Die Studien wurden fast ausschließlich mit Erwachsenen durchgeführt (Ausnahmen bilden COHEN et al. 1980 und CURIO & ISING 1986). Nur in vier Untersuchungen wurden bisher die Auswirkungen von militärischem Tieffluglärm erfaßt: CURIO & ISING (1986), ISING & MICHALAK (1990), SPRENG (1990) und MEYER-FALCKE & JANSEN (1991).

3. In vielen Studien wird auf die Bedeutsamkeit von Moderatorvariablen wie Einstellung zur Lärmquelle, Lärmempfindlichkeit, Gestörtheit, Vorher-



sagbarkeit, psychische Befindlichkeit und subjektives Streßgefühl hingewiesen.

Insgesamt haben die zusammenfassend dargestellten Untersuchungen speziell als Reaktion auf Fluglärm keine definitiv krankheitsauslösenden Faktoren nachweisen können. Doch ist die Auswirkung des Lärms auf eine Reihe von psychophysiologischen Parametern deutlich. Große Bedeutung kommen dabei der Studie von CURIO und ISING (1986) über kognitive und psychische Auswirkungen des Lärmes zu, weil hier ebenfalls Kinder in einem Tieffluglärmgebiet (Area 7) untersucht wurden. Ihre im Grunde genommen ebenfalls tendenziell zu interpretierenden Ergebnisse zeigen eine gewisse erhöhte Vulnerabilität und Reagibilität der untersuchten Kinder auf Lärm, aber keine eindeutigen krankheitsspezifischen Auswirkungen - siehe auch ISING und Mitarbeiter, 1990, 1991.

### **Untersuchungsziele**

ROHRMANN (1984) verweist auf die naheliegende Notwendigkeit der Verknüpfung von Feldforschungen mit sekundäranalytischen Methoden. Dabei geht es um die Entwicklung flächendeckender Modelle der Geräuschbelastung und der Beeinträchtigung durch Lärm "wobei auf theoretischer Basis akustische, geographische, demographische, soziologische, psychologische und medizinische Daten usw. verknüpft werden müssen... Der von der sozialwissenschaftlichen bzw. psychologischen Forschung benötigte wesentliche Beitrag liegt in der Bestimmung von schallpegelabhängigen Belästigungsfunktionen" (Seite 27 / 28).

Ein derartig breiter Untersuchungsansatz läßt sich derzeit nicht auf wenige, bestimmte Ausschnitte begrenzen, da die bisherigen Untersuchungen entweder methodisch unbefriedigend oder nur zu anekdotischen Angaben und allesamt nur zu dürftigen Ergebnissen führten, zumindestens hinsichtlich der behaupteten Eindeutigkeit einer auf Lärmeinwirkung zurückzuführenden Morbiditätsrate. Allerdings gibt es Ausnahmen, wie etwa in bezug auf Hörschädigungen und Schlafstörungen und weiter in bezug auf Abortraten bei Haustieren (STEPHAN, 1991).

Die Untersuchung sollte daher folgende Angaben miteinbeziehen:

- Erfassung der Lärmbelastung durch objektive Lärmmessungen
- Erhebung demographischer Angaben der zu untersuchenden Kinderpopulation (Alter, Geschlecht, schulische Situation, Herkunft nach sozioökonomischem Status)

- Angaben über die subjektive Lärmbelastung wie auch subjektive Lärmempfindlichkeit
- Art, Häufigkeit und Intensität somatischer, psychischer und kognitiver Störungen der untersuchten Kinder
- Verknüpfung dieser Daten, so daß - soweit dies in einer Querschnittsuntersuchung nach der entsprechenden Analyse möglich ist - der Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und bestimmten Störungen untersucht werden kann.

Weiter war die Auswahl der Untersuchungsorte inner- und außerhalb der sogenannten Area 2 (Region mit verstärkter Tieffluglärmstätigkeit bei einer Mindestflughöhe von bis 75 m) von Bedeutung: Die Bevölkerung der Orte sollte vergleichbar sein, das heißt sich in ihrer Gesamtstruktur nicht wesentlich unterscheiden.

Insgesamt ist eine Zusammenhangsanalyse in einer Querschnittsuntersuchung schwierig, da der Schluß auf kausale Zusammenhänge weiterführenden Längsschnittuntersuchungen vorbehalten ist. Immerhin ist allerdings der Zusammenhang zwischen Lärm und psychischen Auffälligkeiten nur in einer Richtung möglich, zumindestens, wenn die subjektiven Lärmempfindlichkeiten und Einstellungen zum Fluglärm gleichzeitig untersucht werden. Das Vorliegen eines Zusammenhangs zwischen Lärm und bestimmten Störungen und die Interpretation eines wahrscheinlichen Wirkungsmechanismus in bezug auf Lärm kann allerdings nur dann in einer einmaligen Untersuchung erkannt werden, wenn es sich um eine kumulierende Wirkung von militärischem Tieffluglärm handelt, die erst nach einem weitaus längeren Zeitraum, also zum Beispiel auf dauernde Einwirkung während eines oder mehrerer Jahre zu erwarten ist. Aus diesem Grund ist es auch in Querschnittsuntersuchungen angebracht, eine breitere Altersstreuung von Probanden einzubeziehen, obwohl der Untersuchungsgang dadurch wesentlich erschwert wird (zum Beispiel sind unterschiedliche Ausfallraten in den verschiedenen Altersgruppierungen zu erwarten).

Deshalb war es mit ein Ziel der Untersuchung, eine möglichst ausgewogene Population nach den oben beschriebenen demographischen Kriterien in verschiedenen Orten inner- und außerhalb der Area 2 zu erreichen.

### ***Objektive Lärmmessungen und subjektive Angaben***

Ein vermeidbarer Lärm scheint wesentlich mehr "Ärger" zu bereiten, als ein unvermeidbarer. Die Unvermeidbarkeit eines Lärms führt eher zur Resignation; die befragten Personen geben dann weniger häufig an, sich überhaupt

durch Lärm gestört zu fühlen (GUSKI, 1987, 1991). Anglosächsische Untersuchungen (am klarsten die Untersuchung von STANSFELD et al., 1985a) haben daher gezeigt, daß die Lärmempfindlichkeit bei bestimmten Personen mit chronisch erhöhter Irritierbarkeit schlecht nachweisbar ist, da eine wiederholte Lärmexposition keine weitere Steigerung der Irritation erkennen läßt.

Auf der anderen Seite ist es völlig natürlich, daß Eltern für irgendwelche Schwierigkeiten ihrer Kinder Ursachen suchen und sie in der nächstgelegenen Belastungssituation zu finden vermeinen. So werden häufig die verschiedensten Schwierigkeiten der Kinder, zum Beispiel Einnässen, Kopfschmerzen, Ängste, Schulleistungsschwierigkeiten, bei entsprechenden Ereignissen mit einer Lärmbelastung in Beziehung gebracht. Dies erfuhren wir im Planungsstadium unserer Untersuchung sehr deutlich. Man darf daher bei einer schnellen und unkritischen derartigen Verknüpfung nicht übersehen, daß dieselben oben angeführten Schwierigkeiten auch unter ganz anderen Umständen oder auch ohne klare Umweltereignisse vorkommen können. ROHRMANN (1984) legt zudem aufgrund eigener und verschiedener anderer Untersuchungen zur Lärmbelastung dar, daß die Reaktionen auf Geräuschbelastungen - abhängig vor allem von sogenannten moderierenden Personeneigenschaften - stark streuen.

Um nicht ein verzerrtes, nicht interpretierbares Bild durch Anhäufung von anekdotischen Berichten zu bekommen, ist es notwendig, feld- und quasiexperimentelle Vorgangsweisen zu nutzen. Dies bedeutet nach dem bisher Erwähnten auch, daß sogenannte nichtreaktive Meßverfahren unter Berücksichtigung von Erlebnis- und Handlungsaspekten verwendet werden sollten (ROHRMANN, 1984). Die direkte Beobachtung von Verhaltensaspekten zum Beispiel in der natürlichen Umgebung eines Kindes in seiner Familie führt nur dazu, einen begrenzten Ausschnitt eines solchen Verhaltens während der Beobachtungszeit erfassen zu können. Aus einer einzelnen Beobachtung kann nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Daher gehen insbesondere kinderpsychiatrische epidemiologische Untersuchungen davon aus, daß die Kombination von Beobachtungen, Eigenangaben über sich und Angaben von anderen, typischerweise zum Beispiel Eltern über das Kind, unter Verwendung verlässlicher Instrumente wie Fragebögen oder Interviews (POUSTKA, 1984, 1988) ein optimales Maß zur Bewertung von Verhaltens- wie Befindlichkeitsaspekten des Kindes geben können.

Ein Vergleich dieser Angabe zwischen den mit Tieffluglärm hoch belasteten und weniger belasteten Orten könnte, unter Beobachtung aller jener Merk-

male, von denen bekannt ist, daß sie in Zusammenhang mit bestimmten, zum Beispiel psychosomatischen Symptomen, stehen, eher die Grundlage zu weiteren objektiven Zusammenhangsanalysen und Interpretationen liefern, als dies bei einer Sammlung subjektiver Angaben der Betroffenen alleine möglich wäre.

### ***Gegenüberstellung von Untersuchungen im Labor und im Feld***

Verschiedene Veränderungen nach Lärmreizen rühren häufig eher von der Verärgerung über eine Geräuschbelastung und nicht direkt von der Geräuscheinwirkung (zum Beispiel auf ein Sinnesorgan) selbst her (ISING und Mitarbeiter, 1980b, STANSFELD et al. 1985b, siehe oben). Laboruntersuchungen sind deshalb schwierig auf eine Alltagssituation übertragbar.

Denkbar wäre es, den Untersuchungen im Labor an verschiedenen Gruppen von Versuchspersonen unterschiedliche Lärmbelastungen im Feld gegenüberzustellen. Die Belastungen in beiden Situationen können dabei unter genau definierten Umständen variiert werden. Laboruntersuchungen können aber nicht über ein gewisses Maß hinaus wiederholt werden, und Felduntersuchungen haben an sich den Nachteil, daß die unmittelbare Lärmreiz-Reaktion weder in der elementaren Auswirkung, noch in einer unmittelbaren Verknüpfung mit bestimmten Auswirkungen untersuchbar ist (zum Beispiel kann nicht immer auf eine bestimmte Art eines Überflugs gewartet und unmittelbar danach gemessen werden). Eine Optimierung aus den Vor- und Nachteilen beider Untersuchungsstrategien (Labor- versus Felduntersuchungen) ist am ehesten dann gegeben, wenn zumindestens das Ausmaß der Lärmbelastung objektiv gemessen wird und mit den Ergebnissen einer epidemiologischen Querschnittsuntersuchung in Verbindung gebracht werden kann.

Die Anwendung psychophysiologischer Untersuchungsmethoden (die zum Beispiel Herzrate, Hautleitfähigkeit, Muskelspannung, Muskelaktivität messen) in Felduntersuchungen könnte Annäherungen an die strikte Reiz-Reaktions-Untersuchung unter Laborbedingungen bedeuten, ohne deren gravierende Nachteile der mangelnden Übertragbarkeit auf Alltagssituationen.

### ***Zusammenfassung***

In der Literatur werden Auswirkungen von Lärm häufig ohne empirische Grundlagen allgemein vorausgesetzt. So sollen sich Auswirkungen auf die

Konzentration, das Aufmerksamkeitsverhalten und die Kommunikation zeigen, weniger auf das Verhalten selbst (in Form von depressiven Reaktionen, Aggressionen), ferner aber auch auf autonome Körperregulationen wie Blutdruck und Schlaf. Außer den negativen Auswirkungen auf den Schlaf, als Effekt einer Lärmexposition, die Tag und Nacht miteinschließt, und Hörschädigungen, entweder nach Explosionstraumen oder langdauernden chronischen Lärmexpositionen, sind aber Störungen mit Krankheitswert als Folge einer Lärmeinwirkung derzeit nicht nachweisbar. Eine gewisse Bedeutung kommt wahrscheinlich einer Irritierbarkeit durch Lärm zu.

Während Laboruntersuchungen meist psychophysiologische Reaktionen wie Herzfrequenz, Blutdruck oder Hautleitfähigkeit (als Maß für die vegetativ gesteuerte Schweißdrüsensekretion) messen, versuchen Feldforschungen überdauernde Effekte, die nicht nur kurzzeitig unmittelbar nach einem Lärmereignis auftreten, zu erfassen. Dabei erscheint es derzeit nicht möglich, eindeutige Zusammenhänge zwischen den kurzzeitigen Auswirkungen auf Lärmreize unter Laborbedingungen auf Störungen und allgemeines Verhalten in der Alltagssituation zu beziehen (ROHRMANN, 1984). Insbesondere fehlen Untersuchungen, die psychophysiologische Auswirkungen und solche auf das Verhalten und die Befindlichkeit des Lärms, insbesondere des Fluglärms, auf Kinder und Jugendliche erfaßt haben. In unserer Untersuchung mußte eine möglichst breite Kinderpopulation aus verschiedenen Altersbereichen erfaßt werden wie auch die Häufigkeit, Art und Verteilung innerhalb dieser Population in bezug auf somatische, psychische und kognitive Störungen, da unser Wissen um entsprechende Lärmeffekte nur vage und allgemein war. Um insbesondere die objektive Belastung und eindeutige Zusammenhänge von bestimmten Störmustern zum Lärm erkennen zu können, sollten auch Erkenntnisse über die subjektive Lärmbelastung und Lärmempfindlichkeit gewonnen werden und die Ergebnisse dieser Untersuchung denen der objektiven Lärmmessung durch die Landesanstalt für Immissionsschutz gegenübergestellt werden.

Gerade im Hinblick auf die bisher durchgeführten Untersuchungen zum Fluglärm und Lärm im allgemeinen zeigt sich, daß eine Lärmuntersuchung alleine nicht genügt, um einen Zusammenhang zum Störungsmuster im psychophysiologischen Bereich aufzuklären. Häufig wird nämlich von den Betroffenen das Auftreten von Schwierigkeiten mit dem Lärm subjektiv in eine kausale Beziehung gesetzt, obwohl dies aufgrund von anderen Umständen ebenfalls erklärbar scheint. Auf diese Weise erst ist es möglich, die Untersuchungen, die ja in zwei getrennten Gebieten, nämlich solchen mit einer

hohen und solchen mit einer niedrigen Tieffluglärmbelastung durchgeführt werden, so auszuwerten, daß der Störfaktor Lärm in Verhältnis zu den anderen bekannten mit Störungen der Kinder assoziierten Umständen in seinen spezifischen Auswirkungen erkannt werden kann.

Da es Untersuchungen dieser Art mit einem Kontrollgruppenvergleich unter einer methodisch gesicherten epidemiologischen Vorgangsweise bisher nicht gab, konnten auch nicht entsprechende Erfahrungswerte aus einschlägigen Studien mitverwendet werden. Umso notwendiger ist die Bewertung allgemein etablierter, methodischer Voraussetzungen für die Durchführung eines derartigen Projektes.

## **Untersuchungsmethodik**

### ***Die Untersuchungsinstrumente zur Erfassung des Verhaltens***

Die Tabelle 1 faßt die verwendeten Untersuchungsinstrumente zusammen. In beiden Regionen der Untersuchung, nämlich in der sogenannten Area 2, südwestlich von Münster und im Kontrollgebiet, außerhalb dieser Area, südöstlich von Münster, wurden in beiden Untersuchungsstufen dieselben Instrumente angewandt.

Tab. 1 Übersicht über die verwendeten Untersuchungsinstrumente.

#### **1. Stufe: CBCL-Screening**

(Fragebogen für Eltern, ACHENBACH & EDELBROCK, 1983)

N = 1.622 (Quoten-Zufallsstichprobe 4- bis 16jähriger,

Auswahl nach Orten und Alter)

#### **2. Stufe: Psychophysiologische Messungen und Eltern- / Kinderinterview**

- 1) Psychophysiologische Untersuchung: Blutdruck, ferner EMG / motorische Aktivität / Herzschlagfrequenz / Herzschlag-Varianz / Hautleitfähigkeit (TURPIN, 1985a; gemessen mit ZAK Bioport - ZAK Auswerter mit Interface)
- 2) DISC-P/C (COSTELLO et al. 1982, 1983, 1984, 1985; EDELBROCK et al., 1985) (ca. 1:4 Auswahl aus Probanden der 1. Stufe)
- 3) Elterninterview mit Fragen zum psychosozialen Risiko für Kinder aus seiner unmittelbaren Umgebung (POUSTKA & SCHWARZBACH, 1977, VOLL et al., 1982, van GOOR-LAMBO et al., 1988)

4) Zusätzlich:

Lärmfragebogen (Subj. Lärmbelastung, Einstellung zum Tieffluglärm)

Fragebogen zur Lärmempfindlichkeit (WEINSTEIN, 1980)

Neurologische Untersuchung (ESSER & SCHMIDT, 1987)

Psychologischer Test (CFT - CATELL; Dt. Version: Weiß, 1979<sup>3</sup>, 1987<sup>3</sup>;

**Parallel zur 1. und 2. Stufe Lärm-Messung über 1 1/2 Jahre in beiden Regionen**  
(Landesimmissionsanstalt, Essen; STRAUCH, 1991)

### **Beschreibung des Screeningverfahrens**

Sogenannte Siebinstrumente (Screeninginstrumente, Rating Scales) können nur Annäherungswerte an klinisch relevante Daten vermitteln. Die Qualität der verwendeten Fragebögen hängt unter anderem davon ab, in welchem Ausmaß sie verlässliche und gültige Annäherungen an solche klinisch bestimmten Klassifikationen ermöglichen. Insbesondere in der Kinderpsychiatrie ist es auch wichtig, daß für Untersuchungen, die verschiedene Altersbereiche umfassen, die verwendeten Fragebögen sowohl alters- als auch geschlechtsbezogen auf ihre Verlässlichkeit und Gültigkeit geprüft worden sind.

In diesem Projekt kam die Child Behavior Checklist (CBCL) von ACHENBACH und EDELBROCK (1983) zur Anwendung. Mehrere Gründe waren dafür ausschlaggebend: Erstens existiert ein umfangreiches, ausgewogenes und publiziertes Manual für die Anwendung und Auswertung dieses Fragebogens, zweitens ermöglichen eine Computereingabe- als auch -auswertungsform sowohl die fehlerminimierende Eingabe der Daten als auch eine automatisierte Auswertung mit einer geschlechts- und altersspezifischen Dimensionierung (Schweregrade werden sowohl für einen Gesamtwert als auch für einzelne Befindlichkeits- bzw. Verhaltensskalen errechnet); drittens hat die Reliabilität und Validität dieses Instruments, welches inzwischen in viele Hochkultursprachen übersetzt worden ist, kulturunspezifische, sehr befriedigende Ergebnisse gezeigt; viertens können die Übereinstimmungen mit klinischen Interviews, aber auch mit anderen Fragebögen und mit Experteneinschätzungen ebenfalls als befriedigend bewertet werden (siehe Übersicht in ACHENBACH, 1985; ACHENBACH und EDELBROCK, 1978; ACHENBACH und Mitarbeiter, 1987; BARKLEY, 1988).

Weiter wurden für diesen Fragebogen sowohl normative Daten aus einer Feldforschung als auch Überprüfungen anhand von klinischen Untersuchungen mit befriedigenden Test-Retestkoeffizienten mitgeteilt (.95 für Verhaltensprobleme und .99 für die soziale Kompetenzskala, ferner Test-

Retestkoeffizienten über ein 3-Monatsintervall von .84 für Verhaltensprobleme und .97 für die soziale Kompetenzskala). Über verschiedene Faktoren, Geschlechts- und Altersgruppierungen erreichen die PEARSON-Koeffizienten Werte zwischen .61 und .96. Vor allem sind auch Untersuchungen in Übereinstimmung mit verschiedenen Interviews, unter anderem auch zum in diesem Projekt verwendeten Interview (DISC), veröffentlicht worden (siehe unten).

Die verschiedenen, in der Zwischenzeit publizierten Übereinstimmungen der amerikanischen Normen dieses Fragebogens mit einer ausgedehnten holländischen Untersuchung (VERHULST, 1985; ACHENBACH, VERHULST und Mitarbeiter, 1987a, 1987b) zeigen, daß die Normen dieses Fragebogens über verschiedene Länder und Kulturen ziemlich stabil sind. Zwar fehlten deutsche Normwerte zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung, doch entsprachen die Ergebnisse der T-Werte bzw. der Rohwerte in unserer Felduntersuchung völlig den publizierten amerikanischen bzw. holländischen Normen (persönliche Diskussion mit ACHENBACH in Frankfurt, 15.03.1988).

Im ersten Teil des Fragebogens werden Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen erfaßt. Der zweite Teil besteht aus 120 Items zu Verhaltensauffälligkeiten, emotionalen Störungen und körperlichen Beschwerden mit einer Skalierung von 0 (nicht zutreffend) über 1 (etwas / manchmal) bis 2 (genau / häufig). Die durchschnittliche Zeit, die für das Ausfüllen des Fragebogens seitens der Eltern benötigt wird, beträgt 15 bis 20 Minuten. Der Fragebogen wurde postalisch verschickt, danach auch persönlich durch Projektmitarbeiter in die Wohnungen gebracht bzw. eingesammelt.

ACHENBACH selbst (1982, 1985) diskutiert sowohl die durch multivariate Analysen gewonnenen Verhaltensprofilmuster für verschiedene Altersbereiche und getrennt nach Geschlecht und auch die Entsprechungen dieser Profilmuster mit kinderpsychiatrischen Diagnosen, insbesondere dem Diagnostischen und Statistischen Manual der amerikanischen psychiatrischen Vereinigung (DSM-III). Diese Entsprechungen beziehen sich auf die sogenannten Syndrome im Fragebogen, die mittels Faktorenanalysen gewonnen wurden. Auf diese Weise werden die Merkmale reduziert auf 9 Dimensionen (die geringe Variationen entsprechend den einzelnen Alters- bzw. Geschlechtsgruppierungen zeigen). Diese Dimensionen sind zum Beispiel: somatische Beschwerden, Ängstlichkeit, Aggressivität, Delinquenz, sozialer Rückzug, Kommunikationsschwierigkeiten, Zwänge, depressive oder schizoide Symptome.



Der Fragebogen wird nach verschiedenen Gruppierungen getrennt verrechnet, das heißt es existieren Normwerte für die Altersbereiche: 4- bis 5-Jährige / 6- bis 11-Jährige / 12- bis 16-Jährige, getrennt nach Mädchen und Jungen, das heißt für insgesamt 6 Gruppen.

Die Software der Computerauswertung ergibt automatisch Informationszuordnungen über die transformierten T-Werte (ein T-Wert von  $>70$  entspricht einem Bereich von  $>98$  Perzentilen und trennt am besten zwischen einer klinischen und einer Feldstichprobe). Ebenso werden auf diese Weise T-Werte für jede einzelne Dimensionen erhalten und auch für zusammengefaßte Werte höherer Ordnung über jene Dimensionen, die mehr introversive bzw. eine mehr extroversive Symptomatik beschreiben. Die T-Werte ergeben natürlich auch Informationen über eine rangskalierte Belastung für klinisch bedeutsame Störungen.

Nach Abschluß der Durchführung und Auswertung der vorliegenden Untersuchung wurde von REMSCHMIDT & WALTER (1990) eine Untersuchung zur Prävalenz kinder- und jugendpsychiatrischer Störungen publiziert, in der ebenfalls eine deutsche Version der CBCL bei einer großen Zahl von Kindern und Jugendlichen im ländlichen Raum in der Umgebung von Marburg eingesetzt wurde. Die von Achenbach beschriebenen Skalen konnten in dieser epidemiologischen Untersuchung nicht repliziert werden. Die Verteilung des Gesamtscores bei den 6-11 und 12-17jährigen Mädchen und Jungen in dieser Stichprobe werden angegeben.

1991 führte Achenbach eine Revision der Skalenbildung durch (CBCL/4-18, ACHENBACH 1991), nach der der Altersbereich bis auf 18 Jahre ausgedehnt und für alle Alters- und Geschlechtsgruppen gleiche Skalen erstellt wurden (Sozialer Rückzug, Körperliche Beschwerden, Angst/Depressivität, Soziale Probleme, Schizoid/Zwanghaft, Aufmerksamkeitsstörungen, Dissoziales Verhalten, Aggressives Verhalten). Von der Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist wurde 1993 eine an die amerikanischen Veränderungen adaptierte Fassung entwickelt (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist 1993a,b) und auf Reliabilität und Validität überprüft (DÖPFNER et al. 1994). 1995 wurde eine Normierung an einer repräsentativen Stichprobe in ländlichen und städtischen Gebieten in Ost- und Westdeutschland durchgeführt (DÖPFNER et al. in Vorb.), so daß die Child Behavior Checklist als diagnostisches Standardverfahren eingesetzt werden kann. Erste Vergleiche zeigen, daß die Verteilung der CBCL-Rohwerte in der vorliegenden Untersuchung der Verteilung in der deutschen Normierungsuntersuchung sehr ähnlich ist.

Ein weiterer Teil des Screeningsverfahrens der vorliegenden Untersuchung stellte ein zusätzlicher Fragebogen dar mit einigen Fragen zum Lärm bzw. zur Lärmempfindlichkeit, aber auch zu Schätzungen über die Häufigkeit von Tiefflügen. Die letzteren Fragen orientierten sich im wesentlichen an den Fragen und Diskussionen bei WEINSTEIN (1980) bzw. STANSFELD und Mitarbeiter (1985a).

## **Die Untersuchungsinstrumente der 2. Stufe (Interviews der Hauptuntersuchungsphase)**

### *Die Interviews*

Im gegenständlichen Projekt wurde ein hochstrukturiertes Interview verwendet, und zwar das Diagnostic Interview Schedule for Children, Parent Version (DISC-P) und Child Version (DISC-C) (Copyright COSTELLO, letzte Version vom Herbst 1985 mit Auswertungsprogrammen vom Sommer 1987).

Die Wahl dieses Instrumentes erfolgt aus folgenden Gründen: dieses Interview lag bereits in einer teilweisen deutschen Übersetzung durch die Forschungsgruppe um M. FICHTER, Psychiatrische Universitätsklinik München, Forschungsbereich psychiatrische Epidemiologie und Evaluation vor (EIBERGER, WEYRER, 1983 bzw. 1985, unpubliziert). Es stand weiter zumindestens teilweise bereits ein computergestütztes Programm (COSTELLO, persönliche Kommunikation, 1985, 1987) zur Verfügung. Damit war die Eingabe der Fragebogenbeantwortungen über Bildschirm möglich (die Eingaben der Antworten bzw. deren Ausprägungsgrade erfolgt in Form von Zahlen, ähnlich wie bei einem Fragebogen). Ferner konnten wir auf ein Auswertungsprogramm zurückgreifen, das die automatische Zuordnung der verschiedenen Fragen zu Diagnosen entsprechend dem DSM-III erlaubte sowie die Erstellung eines sogenannten Symptomschwerescores für jedes einzelne Syndrom. Die Programme mußten allerdings durch uns erheblich korrigiert und zum Teil neu programmiert werden.

Das Interview ist verzweigt, das heißt detaillierte Nachfragen bei vielen Abschnitten werden übersprungen, wenn die Anfangsfragen zum bestimmten Bereich verneint werden. Das DISC ist insgesamt umfangreicher als das einzige deutschsprachige Interview, das im größeren Stil bei epidemiologischen Untersuchungen angewendet wurde (Mannheimer jugendpsychiatrisches Interview, POUSTKA und SCHWARZBACH, 1977; BÖHME und Mitarbeiter, 1983).

Zum Unterschied von mehr untersuchergeleiteten Interviews sind diese Interviews, wie das DISC, hochstrukturiert durch vorgegebene Antworten und einer sehr geringen Anzahl offener Antworten. Es setzt daher zum Unterschied von den ersteren wenig klinische Erfahrung voraus und ist deshalb für Alleininterviewer eher geeignet. Dieser Typ von Interviews hat allerdings den Nachteil, daß reflexive Nachfragen kaum möglich sind, wie dies bei sehr spezifischen Interviews notwendig ist, die zum Beispiel über bestimmte Syndrome auch retrospektiv genaue Angaben eruieren wollen (vergleiche zum Beispiel Diskussion in LE COUTEUR und Mitarbeiter, 1989). Das DISC wurde durch eine Reihe von Untersuchungen hinsichtlich seiner Reliabilität und Validität überprüft: die Interater dieses Interviews liegt im Durchschnitt bei  $r = .98$  für die Symptomwerte (bei einem Bereich von .94 bis 1.00). Die Test-Retestreliabilität für den Elternteil dieses Interviews liegt bei .90 für den Gesamt-Symptomwert und .76 im Durchschnitt für die 26 Symptomcluster (Bereich = .44 bis .86). Wie üblich, sind die Werte für die Kinderinterviews schwächer, insbesondere bei jüngeren Kindern (siehe Überblick in POUSTKA, 1988, über eine Reihe analoger Untersuchungen). Sie erreichten hier Werte für 6- bis 9-Jährige mit .43, für 10- bis 13-Jährige mit .60 und für 14- bis 18-Jährige mit .71 (dies bedeutet, daß die Kinderinterviews bei unter 9-Jährigen eine sehr schwache Verlässlichkeit besitzen). Besondere Schwierigkeiten ergeben sich immer bei der Überprüfung der Übereinstimmung bei den Angaben im Interview durch die Eltern über das Kind bzw. das Kind über sich selbst: auch hier waren die Werte zwar in 23 von 27 Symptombereichen signifikant miteinander korreliert ( $p < .05$ ), aber mit einem durchschnittlichen  $r = .27$  war die Übereinstimmung recht schwach. Sie war bei älteren Kindern wesentlich höher (EDELBROCK und Mitarbeiter, 1985, 1986; EDELBROCK und COSTELLO, 1988).

Die Gültigkeit (Validität) des DISC wurde jüngst durch den Vergleich von pädiatrischen gegenüber psychiatrischen Kinderpatienten im Alter zwischen 7 und 11 Jahren getestet (COSTELLO und Mitarbeiter, 1985). Die Kombination des Symptomscores von Eltern- bzw. Kinderinterviews ergab nach einer multiplen Diskriminanzanalyse eine Sensitivität von 95 % und eine Spezifität von 98 %. Interessant für das gegenständliche Projekt waren die Übereinstimmungsuntersuchungen zwischen dem CBCL und dem DISC-Interview (COSTELLO und Mitarbeiter, 1984); der totale Symptomscore des DISC korrelierte mit dem CBCL-Gesamtpblemscore mit .70 ( $p < .001$ ).

Die stellenweise schwachen Übereinstimmungen zwischen den Angaben der Eltern über das Kind und der Kinder über sich lassen sich dadurch erklären, daß Kinder wesentlich mehr Informationen über ihre eigenen Verstimmungen und Gefühle angeben können als ihre Eltern über sie, während Mitteilungen über expansives Verhalten der Kinder eher von deren Eltern zu erhalten sind. Deshalb ist die Kombination der Angaben beider Informanten in der Regel mit einer höheren Wertigkeit und Aussagekraft verbunden.

Die wichtigsten Merkmale des DISC lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Es wurde für epidemiologische Studien zur Erfassung der Psychopathologie von Kindern im Alter etwa von 6 bis 18 Jahren entwickelt (COSTELLO und Mitarbeiter, 1982).
- Es ist hochstrukturiert. Die Abfolge der Fragen, ihr genauer Wortlaut und die Kodierungen sind genau vorgeschrieben.
- Es gibt explizite Angaben, ab welcher Frage zu einem nächsten Abschnitt übergegangen werden soll, wenn die Eingangsfragen vom Informant negativ beantwortet wurden, so daß die Zeitdauer des Interviews für Kinder mit wenigen Symptomen stark reduziert ist.
- Das Interview liegt in Parallelförmigkeit vor, nämlich für Eltern (DISC-P) und Kinder (DISC-C); das Kinderinterview setzt sich aus 264 Fragen, das Elterninterview aus 302 Fragen zusammen.
- Die meisten Symptome werden mit den Stufen 0 - 1 - 2 (das heißt: nicht vorhanden - manchmal vorhanden - definitiv vorhanden) eingeschätzt.
- Die Interviewdurchführung für das Kind benötigt etwa 45 Minuten, für Eltern durchschnittlich etwas über 1 Stunde.
- Das Interview erfordert ein relativ kurzes Training (das mit Hilfe einer klinisch versierten Assistenzärztin und von auf Video aufgezeichneten Probeinterviews innerhalb weniger Stunden während 1 Woche für die Laieninterviewer (die meist im gegenständlichen Projekt vorwiegend Psychologen ohne klinische Vorerfahrung waren) geübt werden kann und geübt wurde).
- Über jedes Symptom wird im Interview gefragt, ob es vorkommt, wie lange es bereits besteht und im welchem Alter die Symptomatik eingesetzt hat bzw. welche Auswirkungen in bezug auf die Einschränkung bestimmter Funktionen damit verbunden ist.

- Die Ergebnisse des Interviews sind auf der einen Seite 27 Symptomskalen, die zu diagnostischen Klassifikationen korrespondieren und einen rangskalierten Belastungswert ergeben, auf der anderen Seite wird auch eine Aussage in Form eines erweiterten Bereichs von DSM-III entsprechenden Diagnosen ermöglicht.
- Ein Eingabeprogramm für eine EDV-gerechte Aufbereitung der Symptomatik wurde uns, ebenso wie ein Auswertungsprogramm, zur automatischen Erstellung der Symptomwerte bzw. DSM-III-Diagnosen von COSTELLO (1985) zur Verfügung gestellt. Beide Auswertungsprogramme waren allerdings noch nicht völlig ausgereift und für das Kinderinterview nur rudimentär vorhanden, so daß die gesamte Programmstruktur entsprechend den Anweisungen, insbesondere des Elterninterview-Auswertungsprogramms bzw. analog den DSM-III-Kategorien, durch Projektmitarbeiter neu programmiert werden mußte.

Die Interviews wurden mit unseren (im weiteren zu schildernden) Zusätzen von der Universitätsdruckerei Münster gedruckt und nach der letzten Version des DISC vom Herbst 1985 durch uns für die deutsche Umgangssprache adaptiert.

Das Interview ist durch zwei Zusätze (siehe unten) erweitert, in der gleichen Verzweigungsstruktur bzw. mit der gleichen Ein- bzw. Ausgabeanordnung, auch was die Datenverarbeitung betrifft.

#### *Zusätze zu den Interviews: Fragen zum Fluglärm*

Gegenüber der Screening-Phase wurden hier in erweiterter Form 75 Fragen, wieder in Anlehnung an WEINSTEIN (1980), den Eltern bzw. 40 Fragen dem Kind gestellt. Diese Fragen bezogen sich zum Beispiel darauf, wie lange die Familie bereits in dieser Gegend wohnt, welche verschiedenen Lärmquellen es in der Umgebung gibt (einschließlich Flugzeuge und Tiefflieger) und welche davon als störend empfunden werden. Ferner fanden sich hier Fragen zur Lärmempfindlichkeit überhaupt, zum Auftreten von eventuellen körperlichen Beschwerden bei Lärmeinwirkung und auch Einstellungsfragen zur Notwendigkeit der militärischen Tiefflugübungen. Die Fragen im Kinderinterview entsprachen denen des Elterninterviews weitgehend, waren aber etwas kürzer gehalten und kindgerechter formuliert.

#### *Zusätze zu den Interviews: Fragen zur Umwelt des Kindes*

An das Eltern-Interview schlossen sich Fragen an, die sich in Anlehnung an das Mannheimer Eltern-Interview (POUSTKA und SCHWARZBACH,

1977), insbesondere auf Fragen zur Umwelt, der Struktur der Familie und Gesundheit bezogen. Zusammen mit einigen Erweiterungsfragen zum DISC waren dies ca. 250 zusätzliche Fragen. Sie wären aber, wie schon oben erwähnt, nur dann wirklich vollständig gestellt worden, wenn zu allen erfragten Gebieten tatsächlich positive Antworten gekommen wären.

Während sich die Fragen zum DISC-Interview auf die Verhaltensmerkmale des Kindes bezogen, betrafen die zusätzlichen Fragen im einzelnen sozioökonomische Merkmale der Familie (unter anderem auch Arbeitslosigkeit in den letzten 5 Jahren), ferner Fragen zur familiären Beziehungsstruktur: Beziehungsprobleme der Eltern, strafende Beziehung gegenüber dem Kind, Problembelastung durch andere Kinder, ferner Morbiditätsbelastungen und Probleme der Eltern, sowohl im somatischen, als auch im psychischen Bereich. Weiter schlossen sich hier Fragen zu näheren Lebensumständen des Kindes an, einschließlich früherer Trennungserlebnisse und psychotherapeutischer Behandlungen, wie auch Fragen zur Vollständigkeit der Familie (alleinerziehender Elternteil) und schließlich zur Art der besuchten Schule.

### *Die neurologische Untersuchung*

Diese orientierte sich an den Untersuchungen zur kindlichen Motorik, wie sie in Abwandlung nach PRECHTEL und TOWEN von ESSER und SCHMIDT (1987) angegeben werden. Dafür wurde den Untersuchern eine entsprechende Handanweisung zur Verfügung gestellt. Die neurologische Untersuchung umfaßte verschiedene Koordinationsaufgaben, die Erhebung choreiformer bzw. athetoider Bewegungen beim Armevorstrecken, die Untersuchungen nach Romberg bzw. das Spooning, der Zehengang, Fersengang und Seiltänzerengang. Mit dieser Untersuchung sollten vor allem Bewegungsstörungen und Koordinationsstörungen, also fehlgeleitete Bewegungsschablonen, die mit einer Reihe von neurologischen Störungen einhergehen, erhoben werden können. Zusätzlich wurden feinneurologische Störungen (Diadochokinese, Finger-Oppos.-Versuch, assoziierte Bewegungen) erfaßt.

### ***Psychophysiologische Untersuchung***

Die Untersuchung von Herzrhythmus (EKG), Muskelspannung (EMG), Hautleitfähigkeit (EDA) und motorischer Aktivität in Form von Kopfbewegungen erfolgte mit Hilfe eines ambulant zu verwendenden psychophysiologischen Aufnahme- und Speicherinstruments der Firma ZAK, Simbach: BIOPORT-Pocket mit 6 digitalen und 2 analogen Kanälen. Zusätzlich zu den physiologischen Parametern wurden jeweils Datum, Startzeit, Auf-

zeichnungslänge (in Zeit und Datenbyte) und eine Identifikationsnummer aufgezeichnet.

Die Untersucher waren bemüht, eine möglichst angstfreie und entspannte Situation herzustellen. Falls die Furcht vor allem kleinerer Kinder vor den Meßinstrumenten zu groß war, blieb ein Elternteil ( in der Regel die Mutter) solange mit im Raum, bis die Meßgeräte angelegt waren und die Aufzeichnung beginnen konnte. So konnte in nahezu allen Fällen (und auch bei den kleineren Kindern) eine Aufzeichnung psychophysiologischer Kennwerte vorgenommen werden. Bis auf wenige Ausnahmen resultieren daher Missing Data aus Registrierungsproblemen oder nachträglicher Entfernung der Werte aufgrund von Fehlerkorrekturen (s.u.) und nicht aus Verweigerung der Messung.

Zur Vorbereitung der Untersuchung wurden die Kinder vor dem Anlegen der Meßinstrumente aufgefordert, sich die Hände mit lauwarmem Wasser zu waschen sowie ihre Uhr und (falls vorhanden) ihren Schmuck abzulegen. Während der Untersuchung saßen die Kinder auf einem Stuhl, an dessen Rückenlehne die Module festgeklebt werden konnten, an einem Tisch, in dessen Nähe sich keine elektrischen Geräte wie Fernseher, Radio, Neonröhren oder ähnliches befanden. Die Raumtemperatur sollte sich möglichst im Bereich durchschnittlicher Zimmertemperatur von ca. 20-22°C bewegen, d.h. übermäßiges Heizen oder Lüften sollte vermieden werden. Untersuchungszeitraum war in der überwiegenden Zahl der Fälle die Zeit zwischen 14h und 18h, damit endogen ablaufende zirkadiane Rhythmen (BECKER-CARUS et al 1979) keinen verfälschenden Einfluß ausüben konnten.

Die Hautareale, auf denen die Elektroden für EKG- und EMG-Ableitung befestigt werden sollten, wurden mit Alkohol von Fett und Schmutz gereinigt, während die Ableitpunkte für die Hautleitfähigkeit an der Handinnen-seite nur mit warmem Wasser gereinigt wurden.

Bei der Durchführung der Untersuchungen hielten wir uns an die Richtlinien der Darstellungen von TURPIN (1985b), MARTIN & VENABLES (1980) und BECKER-CARUS et al.(1979).

### **Herzfrequenz**

Als Meßinstrument diente das 3polige ZAK-EKG-Modul, das durch Helligke-Kabel über Knopfanschlüsse mit gefüllten Einmalelektroden (Ag/AgCl) Typ 844 der Firma S & W Medico Teknik A/S Dänemark verbunden wurde.

Mit Hilfe eines im Bioport integrierten QRS-Erkennungsprogramms wurde der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden R-Zacken erfaßt, über 10 Sekunden gemittelt und daraus ein für diesen Zeitraum durchschnittlicher Herzfrequenzwert aufgezeichnet. Gleichzeitig wurde aus der unterschiedlichen Länge aufeinanderfolgender R-Zacken-Abstände ein Varianzmaß nach folgender Formel ermittelt:

$$D = \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - x_{i+1}) / n$$

D = durchschnittliche absolute Herzfrequenzänderung in Schlägen pro Minute

n = Anzahl der Schläge pro Meßintervall; i = Laufindex; x = Herzfrequenz;

In Anlehnung an BECKER-CARUS et al. (1979) wurden folgende Elektrodenpositionen gewählt, um Artefakte möglichst gering zu halten und große R-Zacken-Ausschläge registrieren zu können: im Verlauf der Herzachse jeweils eine Elektrode auf das Sternum ca. 2 cm unterhalb der Halsgrube und auf den unteren linken Rippenbogen zwischen Medioclavicular- und vorderer Axillarlinie; eine Elektrode als Referenzelektrode auf die Innenseite des Unterarms der nicht-dominanten Hand.

### **Blutdruck**

Der Blutdruck wurde mit einer Blutdruckmanschette, Breite 11 cm bzw. 14 cm, der Firma Speidel & Keller nach der Riva-Rocci-Methode gemessen, und zwar am Beginn der gesamten Untersuchung mit dem Kind, am Ende der psychophysiologischen und testpsychologischen Untersuchung und nach dem Interview am Ende der Gesamtuntersuchung.

### **Hautleitfähigkeit**

Zur Erfassung des Hautleitfähigkeitsniveaus (skin conductance level SCL) verwendeten wir das EDA-Modul der Firma ZAK in Verbindung mit Ag/AgCl-Napfelektroden der Firma Hellige mit einem Durchmesser von 10mm. Gefüllt wurden die Elektroden mit Hellige-Elektrodencreme (Nr.21708301). Das Hautleitfähigkeitsniveau wurde mit einer Abtastrate von 1 pro Sekunde ermittelt.

Durch ein langsames Diffundieren der Creme in die Hautoberfläche ergab sich ein langsamer stetiger Anstieg der Hautleitfähigkeit über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg, der durch die Verwendung einer Spezial-elektrodenpaste hätte vermieden werden können (vgl. BOUCSEIN 1988). Durch diesen Anstieg werden phasische Veränderungen der Leitfähigkeit zwar leicht überlagert, sie sind aber noch nach wie vor zu erkennen und



können für die vorliegende Untersuchung analysiert werden. Da außerdem diese Überlagerung der Daten durch einen Fehlerwert für beide Untersuchungsgruppen gleichermaßen zutraf, entschlossen wir uns, die EDA-Daten in der Untersuchung zu belassen und weiter auszuwerten.

Bei der genauen Durchführung der EDA-Ableitung hielten wir uns an die von WALSCHBURGER (1975) vorgeschlagenen Standardisierungsbedingungen. Die Kinder sollten sich vor Untersuchungsbeginn ihre Hände mit lauwarmem Wasser ohne Seife waschen und anschließend sorgfältig abtrocknen. Anschließend wurden zwei gefüllte Napfelektroden mit doppelseitig haftenden Kleberingen auf Thenar (Daumenballen) und Hypothenar (Kleinfingerballen) der nicht-dominanten Hand geklebt. Der Elektrodenabstand sollte in der Regel 2 cm von Außenkante zu Außenkante betragen, mußte aber in einigen Fällen den Größenverhältnissen der kleinen kindlichen Hände angepaßt werden, um einen korrekten Elektrodensitz zu ermöglichen.

Die Eingangsempfindlichkeit des Moduls betrug 100  $\mu\text{mho}$ , der intern darstellbare Wertebereich lag zwischen 0 und 255. Die tatsächlichen Hautleitfähigkeitswerte konnten demnach gemäß der Formel  $(x/255) \cdot 100 \mu\text{mho}$  berechnet werden. Der geringste meßbare Unterschied lag damit bei 0,4  $\mu\text{mho}$ . Da intern nur ganze Zahlen dargestellt wurden und dazwischen liegende Werte auf- bzw. abgerundet wurden, registrierte das BIOPORT-System Differenzen von  $> 0,2 \mu\text{mho}$  als nächstgrößern bzw. nächstkleineren Wert. Das Amplitudenkriterium zur Bestimmung der Spontanfluktuationen mußte den in dieser Konfiguration vorgegebenen Begrenzungen der Aufzeichnungsgeräte Rechnung tragen und wurde auf 0,2  $\mu\text{mho}$  festgelegt, womit dieses Kriterium über den ansonsten in der Literatur beschriebenen Amplitudenkriterien von 0,01-0,1  $\mu\text{mho}$  liegt (vgl. EDELBERG 1967 oder VENABLES & CHRISTIE 1973). Sehr geringfügige Spontanfluktuationen waren in dieser Untersuchung nicht erfaßbar. Einem Anstieg (oder Abstieg) der Hautleitfähigkeit von mehr als 0,2  $\mu\text{mho}$  mußte ein mindestens ebenso großer Abstieg (bzw. Anstieg) im Verlaufe von höchstens 5 Sekunden folgen, damit diese Veränderung als Spontanfluktuation gezählt wurde (BOUCSEIN 1988).

### **Muskelspannung**

Um den Gesamtspannungszustand eines Muskels zu erfassen, kann die elektrische Aktivität mit Oberflächen Elektroden abgeleitet werden. Messungen mit direkt in den Muskel eingestochene Nadelelektroden erfassen zwar

besser den Spannungszustand kleinerer Muskeleinheiten und sind durch einen geringeren Übergangswiderstand mit weniger Verstärkungsproblemen gekennzeichnet, gehen aber gleichzeitig auch mit einer sehr viel größeren Belästigung der untersuchten Person einher, was auf jeden Fall in einer Felduntersuchung mit kleineren Kindern nicht tolerabel erscheint, so daß wir uns für eine Ableitung mit Oberflächen Elektroden entschieden.

Wir verwendeten ein EMG-Modul (Firma ZAK) in Kombination mit Hellige-Ag/AgCl-Napfelektroden mit einem Elektrodendurchmesser von 10mm, die mit Hellige-Elektrodencreme (Bestellnummer 21708301) gefüllt waren und mit doppelseitig haftenden Kleberingen auf der gründlich mit Alkohol gereinigten Haut befestigt wurden.

Um die Kinder während der Bearbeitung des Intelligenztests möglichst wenig zu stören, wurden als Ableitpunkte die bei BECKER-CARUS et al (1979) beschriebenen Standardableitpunkte des Nackens gewählt (S.74): Vom leicht tastbaren Dornfortsatz des 7. Halswirbels 5 cm die Wirbelsäule hoch, von diesem Punkt aus ca. 1-2 cm lateral die erste Elektrode, 4 cm tiefer wiederum ca. 1-2 cm lateral der Halswirbelsäule die zweite Elektrode. (Diese Abstandsmaße mußten jeweils den kindlichen Größenverhältnissen so angepaßt werden, daß die Elektroden mit ihrer ganzen Fläche voll auf dem darunter liegenden Muskel auflagen.) Es wurde immer die Seite der nicht-dominanten Hand gewählt, um Artefakte durch Schreibbewegungen während des Intelligenztests möglichst gering zu halten.

Die Eingangsempfindlichkeit des ZAK-EMG-Moduls war auf 30  $\mu$ Volt eingestellt, und es wurde als Maß der Integralwert (Fläche unter der EMG-Kurve) aufgezeichnet. Der intern vorgegebene Wertebereich lag zwischen 0 und 255, sodaß im Rahmen der Auswertung eine Darstellung der Muskelspannung in microVolt durch eine Umrechnung der Werte nach der Formel  $(x / 255) * 30 \mu\text{Volt}$  möglich war. Als Abtastrate wurde eine Zeit von 10 sec gewählt, d.h. alle 10 sec wurde das Integral der Fläche der in dieser Zeit registrierten Muskelaktionspotentiale aufgezeichnet.

### **Aktivität**

Als Aktivitätsmaß wurde die Häufigkeit von Kopfbewegungen registriert. Wir verwendeten dazu einen ZAK-3-Achsen-Aktivitätsmesser (ZAK BPA-3600), der dreidimensionale Bewegungen in elektrische Impulse umsetzt. Dabei werden Beschleunigung und Verzögerung überproportional registriert gegenüber gleichförmigen Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit. Die Anzahl der Kopfbewegungen in den verschiedenen Untersuchungs-

tuationen sollte annäherungsweise als Maß für zielgerichtetes Verhalten dienen, da insbesondere während der psychologischen Testsituation ein zielgerichtetes Handeln mit geringen Kopfbewegungen parallel geht.

Zur Erfassung der Kopfbewegungen wurde der Aktivitätsmesser in der Temporalregion unter einem Stirnband so befestigt, daß die Kinder nach kurzer Zeit das Meßgerät nicht mehr bemerkten. Mit einer Abtastrate von 1/sec wurde ein Gesamtwert aller Bewegungen des Kopfes aufgezeichnet.

### **Durchführung und Auswertung**

Zur Zeitmessung (Zeitmarkierung beim Einschalten der Messungen) fand der ZAK 2-fach-Marker (BPA-61018) Verwendung. Das Bioport-Modul selbst wurde mit Pflaster so am Stuhl befestigt, daß nach dem Anlegen kein Zug auf die Elektroden kam. Die Abtastraten waren, wie schon erwähnt, für Herztätigkeit und für das EMG in 10-Sekundenintervallen eingestellt, für die übrigen psychophysiologischen Werte in 1-Sekundenintervallen.

Die im Bioport gespeicherten Daten wurden dann nach jeder Aufnahme an das Bioport-Auswertegerät (ZAK - Auswerter mit ZAK - Bioport - Interface) transferiert und die digitalisierten Meßwerte auf Diskette gespeichert. Mit Hilfe verschiedener Utility-Programme konnten die Daten graphisch auf dem Bildschirm dargestellt oder geplottet werden und Fehlerkorrekturen vorgenommen werden. Da psychophysiologische Messungen im Feld fehleranfällig sind, wurden der genauen Analyse und Fehlerkorrektur der Daten besondere Bedeutung zugemessen. Wegen des relativ großen Umfangs der Gesamtstichprobe konnten wir dabei großzügig verfahren, was bedeutet, daß wir größten Wert darauf legten, möglichst alle fehlerhaften Daten zu eliminieren, auch wenn dadurch die Gesamtstichprobe verkleinert wurde.

Die Kurvenverläufe jedes Parameters von jedem Probanden wurden für den gesamten Untersuchungszeitraum geplottet und visuell auf Fehler durchgesehen. Auftretende Fehler waren z.B.:

- Nicht ausreichend starke Biosignale bei der Herzfrequenzmessung, so daß vom automatischen Aufzeichnungsprogramm die R-Zacken nicht korrekt erfaßt werden konnten (Herzfrequenz = 0/min).
- Ablösen der Napfelektroden von der kindlichen Hand bei zu starkem Schwitzen oder zu starken Handbewegungen, wodurch die Hautleitfähigkeit plötzlich auf einen Wert von 0  $\mu$ mo absinkt.

- Abreißen der Napfelektroden am Nacken bei zu starken Bewegungen nach vorne (Muskelspannung = 0  $\mu$ Volt).

Mit Hilfe eines Fehlerkorrekturprogramms konnten dann die visuell zu erkennenden fehlerhaften Werte aus den Daten herausgeschnitten werden. Sie wurden bei der weiteren Analyse als Missing Data behandelt. Auf diese Weise wurden einzelne Meßwerte, ein Untersuchungsintervall, alle Daten eines Parameters für den gesamten Untersuchungszeitraum oder die gesamten psychophysiologischen Daten eines Probanden von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Als weitere Vorsichtsmaßnahme wurden nach Abschluß des ersten Korrekturvorgangs alle psychophysiologischen Daten mit Hilfe der SPSS-Prozedur 'EXAMINE' auf Ausreißerwerte, ungewöhnlich hohe Maximal- bzw. niedrige Minimalwerte und auffallend hohe Standardabweichungen untersucht. Falls solche Werte auftauchten, wurde noch einmal das Fehlerkorrekturprogramm durchlaufen. In Übereinstimmung von zwei Untersuchern wurde festgelegt, ob es sich um Fehlerwerte oder tatsächliche Ausreißerwerte handelte. Konnte in seltenen Fällen keine Einigung darüber erzielt werden, wurden die Daten im Zweifelsfall als Missing Data behandelt.

Anschließend wurden die fehlerkorrigierten Daten mit Hilfe eines Transferprogrammes auf einen Personal-Computer übertragen. Die statistische Auswertung erfolgte an einem IBM-Computer PS/2 Model 70-386 mit Hilfe des Programms SPSS/PC+ V2.0 bzw. V3.0. Neben deskriptiven Verfahren wie Häufigkeitstabellen oder Kreuztabellen wurde vor allem das multivariate Verfahren 'Kovarianzanalyse' angewandt. Mit einer Varianzanalyse kann ganz allgemein die Bedeutung mehrerer unabhängiger Variablen auf eine abhängige Variable und mögliche Interaktionen zwischen den unabhängigen Variablen erfaßt werden (CLAUSS & EBNER 1975). Eine Kovarianzanalyse erlaubt darüber hinaus, den Einfluß einer Kontrollvariablen auf die abhängige Variable herauszupartialisieren. Dabei werden varianzanalytische mit regressionsanalytischen Verfahren kombiniert, wobei in dem regressionsanalytischen Teil der Beitrag der Kontrollvariablen zur beobachteten Varianz des aufzuklärenden Merkmals abgezogen (herauspartialisiert) wird, wonach dann im varianzanalytischen Teil der Einfluß der unabhängigen Variablen ohne den störenden Einfluß der Kontrollvariablen aufgeklärt werden kann (BORTZ 1989).

Diesen Status einer Kontrollvariablen hat in dieser Untersuchung die Variable 'Alter'. Es werden Kinder und Jugendliche in einem großen Altersbe-

reich (von 4 bis beinahe 17 Jahren) untersucht, wobei das biologische Alter einen entscheidenden Einfluß auf die meisten psychophysiologischen Parameter hat. Mit Hilfe der Kovarianzanalyse ist es trotzdem möglich, Kinder verschiedenen Alters miteinander zu vergleichen, da der Alterseinfluß herausgefiltert wird.

Die Varianzanalyse (und auch die Kovarianzanalyse) ist ein robustes statistisches Verfahren, das Verletzungen der Durchführungsvoraussetzungen wie Normalverteilung, gleiche Stichprobengröße oder homogene Varianzen relativ gut toleriert. Durch die gleichzeitige Verrechnung mehrerer unabhängiger Variablen kann die Anzahl an Signifikanztests zum Beispiel gegenüber einem Verfahren wie dem t-Test drastisch gesenkt werden und damit auch die Gefahr des Alpha-Fehlers (irrtümliche Ablehnung der Nullhypothese) vermindert werden.

### ***Untersuchungsgang und Dauer der Untersuchung (unter Einschluß der orientierenden psychologischen Testung der Kinder)***

Zunächst wurde das Kind im Beisein der Eltern neurologisch untersucht, danach wurden die Elektroden für die psychophysiologischen Messungen angelegt. Ein Projektmitarbeiter interviewte sodann die Eltern getrennt, ein anderer Interviewer untersuchte das Kind. Insgesamt waren die Untersuchung des Kindes und das Interview mit den Eltern so aufeinander abgestimmt, daß sie etwa zur gleichen Zeit beendet werden konnten. Die Dauer der Gesamtuntersuchung war wesentlich davon abhängig, ob viele einzelne Problembereiche durchbesprochen werden mußten, oder ob sehr viele Fragen nach den Eingangsfragen nicht mehr weiter verfolgt werden mußten.

Die durchschnittliche Dauer des gesamten Interviews mit den Eltern betrug etwa 90 Minuten. In dieser Zeit wurde auch das Kind untersucht, allerdings mit einem von den Eltern abweichenden Untersuchungsweg:

- Nach der neurologischen Untersuchung legten wir die psychophysiologischen Meßgeräte an (die Aufzeichnung der psychophysiologischen Aufnahmen begann mit dem Interviewteil, der die Lärmfragen beinhaltet).
- Im Anschluß an die Lärmfragen begann eine testpsychologische Untersuchung mit dem 1. Teil (alle 4 Untertests) des CFT-20 bzw. bei den unter 9jährigen mit dem CFT-1 (CATTELL / Bearbeitung R. H. WEIß, Westermann, 1987<sup>3</sup>, bzw. 1979<sup>3</sup>).

- Nach der Testung wurden die psychophysiologischen Geräte wieder abgenommen und schließlich der Interviewteil zu Verhaltensmerkmalen des Kindes durchgeführt (DISC-C).

Die psychophysiologischen Geräte waren also während der Lärmfragen und während der Durchführung der Tests bzw. während der Zeit der Instruktionen zu den einzelnen Untertests eingeschaltet. Sowohl der Aufnahmezeitraum während der Lärmfragen als auch während der Instruktionen zum Test bzw. während den einzelnen Testdurchführungen wurden jeweils markiert, so daß die verschiedenen Meßzeiträume getrennt erfaßt werden konnten.

Der Untersuchungsgang für Kinder unter dem Alter von 9 Jahren war verkürzt worden, da wir wegen der geringen Verlässlichkeit der Angaben so junger Kinder auf die Durchführung des Interviews (DISC-C) verzichteten und stattdessen eine strukturierte Spiel- bzw. Beobachtungssituation herstellten. Wir verwendeten dazu ein sogenanntes kooperatives Spiel ("Bären-Spiel", Herder Verlag), in dessen Verlauf es darauf ankam, daß der Projektmitarbeiter und das Kind zu einem bestimmten gemeinsamen Ziel gelangen. Das Spiel bezieht sich nämlich nicht auf eine kompetitive Auseinandersetzung, es gibt also keinen "Gewinner", es kommt viel mehr auf eine konstruktive Zusammenarbeit an. Auf diese Weise wurde versucht, durch Beobachtung eine Reihe von Merkmalen wie Trennungsverhalten, Konzentration, Aufmerksamkeitsspanne, Spontansprache, Erfassen der Spielregeln, Beziehungsqualitäten und Emotionen zu erfassen. Der Untersuchungsgang bei den unter 9-jährigen Kindern war im übrigen aber vergleichbar zu dem der älteren Kinder und Jugendlichen.

Der Blutdruck der Kinder wurde vor der neurologischen Untersuchung, nach der Testuntersuchung und am Ende des Interviews gemessen.

### ***Die Lärmmessungen der Landesimmissionsanstalt in Essen***

Die objektiven Lärmmessungen erfolgten im selben Gebiet, in dem die Fragebogenuntersuchung bzw. die intensiven Untersuchungen in den Familien stattfanden. Für die 4 Orte in der Area 2 sollte jeweils die akustische Belastung durch Fluglärm langfristig beobachtet und beschrieben werden (Meßplan zur Feststellung von Geräuschemissionen, verursacht durch tieffliegende Militärmaschinen im Bereich der Area 2 und ihrer Umgebung vom 29.11.1985; Berichtersteller: Diplom-Ingenieur R. Hillen).

Die Beschreibung sollte Auskunft über folgende Fragen geben: Wie häufig treten Tiefflugereignisse auf / wie hoch sind ihre Maximalpegel / wie groß sind die Pegelanstiegszeiten und die dabei auftretenden Pegelsprünge / welche zeitlichen Strukturen der Auftretenshäufigkeit unter Maximalpegel sind festzustellen / wie liegen die untersuchten Orte in ihrer Belastung zueinander, wenn man pro Tag die einzelnen Werte in Form eines Tages-Beurteilungspegels zusammenfaßt?

Die Fragen zur Messung in den 3 Orten außerhalb der Area, die zum Vergleich untersucht wurden, waren folgendermaßen formuliert: Wie häufig treten Tiefflugereignisse auf / wie hoch sind ihre Maximalpegel / wie groß sind die Pegelanstiegszeiten und die dabei auftretenden Pegelsprünge?

Die Aussagen sollten aufgrund einer 1-jährigen Beobachtung im Jahre 1986 gewonnen werden. Diese Messung wurde insgesamt bis Juli 1987 verlängert, da der Zeitraum der Untersuchung in den Familien bis zu diesem Zeitpunkt andauerte.

Eine vergleichbare Messung der Belastung der einzelnen Orte erforderte eine zeitlich und örtlich repräsentative Erfassung.

Als Meßgröße für die Geräuschstärke wurde der Schalldruckpegel  $L_{AF}$  nach Abschnitt 2.1.2 der DIN 45643, Teil 1, benutzt, dabei entspricht "A" der Frequenzbewertung nach Kurve "A" und "F" der Gerätedynamik "FAST". Für die Zahl der Tiefflüge wurde als Meßgröße die Anzahl der tieffliegenden Militärmaschinen pro Zeiteinheit gewählt, falls die Militärmaschine einen Schalldruckpegel von mindestens  $L_{AF} = 80$  dB verursacht, der mindestens 2 Sekunden lang überschritten sein muß (zitiert nach dem Bericht über Messungen der Geräusche tieffliegender Militärflugzeuge innerhalb und außerhalb des Tieffluggebietes Westmünsterland (Area 2), der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 12.12.1987).

Der Schwellenwert von 80 dB(A) ist bezüglich der Meßgröße "Zahl der Ereignisse" in Abhängigkeit von den Eigenarten der bei der Meßdurchführung eingesetzten, automatisch arbeitenden Meßstationen gewählt worden.

Innerhalb der Area 2 wurden an den Meßpunkten der einzelnen untersuchten Orte die Fluggeräusche mit einer wetterfesten, batteriebetriebenen, automatischen Meßstation ermittelt. Das Schalldrucksignal am Meßpunkt wurde mit einer wetterfesten, in etwa 1,5 m Höhe über Grund installierten Mikrofoneinheit (Mikrofon Brüel & Kjaer 4165, Trockenvorrichtung, Wind-

schirm) dauernd abgetastet und dem Schallpegelanalysator Brüel & Kjaer Typ 4427, zugeführt. Bei Überschreitung der Pegelschwellenwerte von 80 dB(A) wird auf einem Druckstreifen Datum und Uhrzeit der Pegelüberschreitung dokumentiert, danach ein Schrieb des Pegelverlaufes  $L_{AF}(t)$  mit etwa 1,5 mm/s Papierschub erstellt, welcher 4 Sekunden vor der Schwellenüberschreitung beginnt und etwa 4 Sekunden nach Schwellenunterschreitung endet. Für die Dauer der Schwellenüberschreitung wird der maximale Schalldruckpegel  $L_{AFMAX}$  sowie der auf 1 Sekunde bezogene Mittelungspegel  $L_{AX}$  des Schallereignisses ermittelt, und am Ende einer Stunde werden die in der Stunde angefallenen  $L_{AFMAX}$  und  $L_{AF}$ -Werte ausgedruckt. Ob das gemessene Schallereignis einem Flugzeug oder einer Fremdgeräuschquelle entstammt - zum Zeitpunkt der Schwellenüberschreitung - kann dadurch kontrolliert werden, daß im Labor ein Tonband abgehört wird, das bei Schwellenüberschreitung gestartet wird und neben dem Geräuschereignis zur Synchronisation mittels einer entsprechenden Uhr die angegebene Uhrzeit aufzeichnet. Die Messungen außerhalb der Area waren etwas abweichend, da kein batteriebetriebener Schallpegelanalysator zur Verfügung stand. Das Schalldrucksignal wurde am Meßpunkt dauernd mit einer wetterfesten, fernkalibrierbaren Mikrofoneinheit Brüel & Kjaer 4121, die in etwa 4 m über Grund installiert war, abgetastet und einer automatischen, netzbetriebenen Meßeinheit zugeführt, die im wesentlichen aus einem Prozeßrechner besteht, der die notwendige Steuerfunktion des Meßsystems übernimmt. Die übrigen Anordnungen entsprechen denen wie eben geschildert.

Diese Messungen wurden vom 01.01.1986 bis 31.12.1986 innerhalb der Area 2 und vom 01.04.1986 bis 31.12.1986 außerhalb der Area vorgenommen. Während des verlängerten Untersuchungszeitraumes bis zum 31. Juli 1987 wurde nur noch in Velen (innerhalb der Area 2) und in Everswinkel (außerhalb der Area) gemessen.

Die zeitliche Aussagefähigkeit der Messungen im Jahre 1986 wurde dadurch sichergestellt, daß in jeder Ortschaft für die Dauer von 8 Wochen die Fluggeräusche gemessen wurden, diese 8 Wochen wurden für jeden Ort über den Jahreszeitraum gleichmäßig verteilt. Die Aussagefähigkeit für die örtliche Verteilung der Geräusche sollte dadurch hergestellt werden, daß die Messungen in den Orten, die innerhalb der Area 2 liegen, an 2 ausgewählten Meßpunkten stattfanden, und zwar an den Ortsrändern etwa rechtwinklig zur vermuteten Hauptflugrichtung. Damit sollte die Streuung der Flugbahn bezüglich des Ortes in der Breite in etwa abgedeckt werden. In den zu untersuchenden Orten außerhalb der Area wurden 2 für die Geräuschmessung



geeignete Meßpunkte an den Ortsrändern ausgewählt. Die an beiden Meßpunkten eines jeden Ortes festgestellten Meßdaten wurden zu einem, für den gesamten Ort geltenden, Datenblock zusammengefaßt und weiter verarbeitet.

### ***Probandenauswahl und Ablauf der Untersuchung***

Die Vorarbeiten für die Screeningphase (Stufe 1) und die Untersuchungsphase (Stufe 2) griffen ineinander über. Wir richteten zunächst im Februar 1986 Briefe an die entsprechenden Gemeinden, so daß auf diesem Weg auf ein Schreiben des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen vom 11.12.1985 Bezug genommen wurde, um, gemäß § 31 des Meldegesetzes Nordrhein-Westfalen, Auszüge aus dem Melderegister jener Gemeinden zu bekommen, in denen eine Untersuchung durchgeführt werden sollte. Die Adressenlisten sollten den Namen des Familienvorstandes, die Anschrift der Familie und die Liste der in der Familie lebenden Kinder mit Geburtsdatum beinhalten.

Nach Erhalt dieser Listen wurden nach einer Zufallsauswahl insgesamt 3.000 Kinder zur Untersuchung für die Stufe 1 ausgewählt, in der Hoffnung, wenigstens etwa die Hälfte dieser Kinder tatsächlich mit Hilfe des Fragebogens erreichen zu können und daraus für die Stufe 2 ca. 400 Familien genauer zu untersuchen. Die Zufallsauswahl zur Stufe 1 wurde als eine Randomisierung innerhalb von bestimmten Quoten durchgeführt. Eine nahezu ausgeglichene Geschlechteraufteilung nach der Zufallsauswahl innerhalb der (alters- und gebietsbezogenen) Quoten wurde angenommen und hat sich dann im Ergebnis auch bestätigt. - Eine Übersicht über die Gesamtzahl der über die Gemeinden gemeldeten Kinder von insgesamt über 11.000 der Grundpopulation, aus denen eine Auswahl von 3.000 getroffen wurde, findet sich in der nachstehenden Tabelle 2.

Den Eltern der ausgewählten Kinder wurde ein Brief mit der Darstellung des Anliegens der Untersuchung zugestellt. Anschließend erhielten die Eltern 2 Fragebögen, nämlich den lärmbezogenen Fragebogen und den CBCL nach ACHENBACH.

Im April 1986 hatten wir einen postalischen Rücklauf von 23 % erreicht. Die übrigen Familien wurden durch Projektmitarbeiter noch einmal persönlich angesprochen, die dazu in die 7 Ortschaften fuhren, um alle mit der Untersuchung in Verbindung stehenden Fragen (u. a. auch bezogen auf den Datenschutz) zu klären. Im Juli 1986 hatten 54,1% = 1622 Familien einen Fragebogen ausgefüllt. Die Nichtteilnehmer wurden gesondert untersucht

(WEFERS 1990, siehe Abschnitt: Analyse möglicher Verzerrungen durch Nichtteilnehmer). Diese Untersuchung zur Einschätzung verschiedener Aspekte der Nichtteilnehmer wurden im August 1986 durchgeführt.

Ab Sommer 1986 erfolge die EDV-mäßige Eingabe der anonymisierten CBCL-Fragebögen und deren Auswertung. Im Juni 1987 wurden die Adressenlisten vernichtet (außer jenen, die in der Untersuchung während der Stufe 2 schriftlich ihre Zustimmung gaben, ihre Adressen wegen einer eventuell Nachfolgeuntersuchung weiterhin aufbewahren zu können). Damit sind die Fragebögen nur mehr völlig anonym verwertbar, was am Anfang nicht sofort möglich war, da sonst die Zuordnung für die Untersuchung der Stufe 2 nicht mehr hätte erfolgen können (wir mußten ja erkennen können, zu wem wir in der 2., also der Hauptuntersuchung, kommen sollten).

Die Vorbereitung der 2. Untersuchungsphase, das heißt die Erstellung der Untersuchungsinstrumente und die Auswahl der Partizipanden, die Schulung der Mitarbeiter bis hin zu den Aussendungen der ersten Elternbriefe, mit der Ankündigung, demnächst ein Interview in der Wohnung durchführen zu wollen, benötigte einen Zeitraum von März 1986 bis Dezember 1986. Die Interviews wurden zwischen Januar 1987 begonnen und bis August 1987 durchgeführt.

Ausgeschlossen von der Untersuchung wurden Kinder außerhalb des gewählten Altersbereiches, also außerhalb der Geburtsjahrgänge 1969 bis 1982, ferner Ausländerkinder bzw. Ausländerfamilien, um Sprachschwierigkeiten zu vermeiden. Nachträglich ausgeschlossen worden wären Kinder mit extremen Auffälligkeiten in Form schwer intellektueller Behinderung oder Kinder mit schweren Psychosen, wenn wir sie im Rahmen der Untersuchung aufgefunden hätten.

Insgesamt wurden 1.500 Kinder aus den 3 Orten außerhalb des Tieffluglärmbereiches der Area 2 und eine ebenso große Anzahl innerhalb der Area 2 aus der Grundpopulation zufällig gezogen.

Tab. 2 Übersicht über die Gesamtpopulation und die Population der Zufallsauswahl (Auswahl innerhalb bestimmter Alters- und Ortsquoten, so daß in der Area 2 und im Kontrollgebiet je 1.500 Probanden ausgewählt wurden).

ORT	ALTER (J)	GESAMT-N	AUSWAHL-N
<b>Raesfeld</b>	12 - 16	566	144
(I 1)	6 - 11	701	173
	4 - 5	263	58
<b>Heiden</b>	12 - 16	492	144
(I 2)	6 - 11	512	173
	4 - 5	161	58
<b>Velen</b>	12 - 16	683	144
(I 3)	6 - 11	731	173
	4 - 5	247	58
<b>Coesfeld</b>	12 - 16	779	144
(I 4)	6 - 11	712	173
	4 - 5	244	58
Zwischensumme		6091	N=1500
<b>Drensteinfurt</b>	12 - 16	785	192
(A 1)	6 - 11	784	231
	4 - 5	255	77
<b>Sendenhorst</b>	12 - 16	848	192
(A 2)	6 - 11	757	231
	4 - 5	288	77
<b>Everswinkel</b>	12 - 16	558	192
(A 3)	6 - 11	555	231
	4 - 5	197	77
Zwischensumme		N=5027	N=1500
<b>SUMMEN</b>		11.118	3.000

I 1 - 4 = ORTE INNERHALB DER AREA 2

A 1 - 3 = ORTE AUßERHALB DER AREA 2

Insgesamt hatten von den ursprünglich 3.000 Ausgewählten 1.654 Teilnehmer den Fragebogen ausgefüllt (55,1 %). 18 Teilnehmer hatten nur die Lärmfragen und insgesamt 32 Teilnehmer einen der beiden Fragebögen unvollständig ausgefüllt. Damit waren insgesamt 1.622 Fragebögen (54 %) auswertbar.

Auf rein postalischem Weg waren 691 (23 %) der Fragebögen beantwortet worden, auf telefonische Anforderung weitere 31 (1 %), während nach einem Hausbesuch noch weitere 868 Fragebögen (28,9 %) beantwortet wurden. 89 Familien konnten überhaupt nicht erreicht werden, da sie unbekannt verzogen waren und bei 15 Familien war das Kind nicht mehr zu Hause wohnhaft (insgesamt für beide Gründe 3 1/2 %).

Die weitaus höchste Rücklaufquote war bei den Vorschulmädchen aus der Area 2 zu erreichen, die relativ geringste Rücklaufquote bei den 12- bis 16-jährigen Mädchen aus dem Kontrollgebiet. Es gab also gewisse Verschiebungen innerhalb der einzelnen Gruppierungen, die in der Analyse der Nichtteilnehmer überprüft wurde (WEFERS, 1990). Insgesamt war die Rücklaufquote mit 55,0 % in der Area 2 und mit 54,1 % im Kontrollgebiet aber nahezu ausgeglichen, wie auch die geschlechtsbezogene Rücklaufquote mit 49,9 % der Jungen und 50,1 % der Mädchen.

Wie der Überblick über die Teilnehmer nach Ort der Untersuchung, dem sozioökonomischen Status bzw. dem Geschlecht der Kinder aus der Tabelle 3 und 4 zu ersehen ist, gab es innerhalb der einzelnen Orte nur geringfügige Unterschiede, insgesamt ist die geschlechts- bzw. ortsbezogene Rücklaufquote recht ausgeglichen; sie schwankt nach Alter und Geschlecht aufgeteilt um die 50 % und zeigt auch nach soziodemographischen Gesichtspunkten keine große Verzerrung - nach Überprüfung im Chi-Quadrat-Test sind keine signifikanten Abweichungen entsprechend Alter, Geschlecht sozioökonomischem Status und Gebietsbezogenheit zu erkennen.

Die Zuordnung der sozioökonomischen Schicht wurde dabei nach den Berufsangaben im CBCL getroffen, entsprechend den Definitionen nach KLEINING und MOORE (1968) getroffen. Kennzeichnend für die ländlich-kleinstädtische münsterländische Prägung war dabei aber, daß es insgesamt keine extremen schichtbezogenen Unterschiede gab. Dies deckt sich mit den allgemeinen soziodemographischen Gegebenheiten dieser Region.

Tab. 3 Verteilung der Teilnehmer an der Screening-Untersuchung nach zusammengefaßtem sozio-ökonomischem Status und Ort

Sozio-ökonomischer Status

Ort	hoch	mittel	niedrig	gesamt
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
I 1	48 (23,8)	61 (30,2)	93 (46,0)	202 (12,5)
I 2	50 (23,6)	59 (27,8)	103 (48,6)	212 (13,1)
I 3	45 (20,5)	65 (29,5)	110 (50,0)	220 (13,6)
I 4	54 (28,9)	66 (35,3)	67 (35,8)	187 11,6)
A 1	73 (24,4)	112 (37,5)	114 (38,1)	299 (18,5)
A 2	58 (21,2)	82 (29,9)	134 (48,9)	274 (16,9)
A 3	54 (24,9)	89 (41,0)	74 34,1)	217 (13,4)
Anonym	2	2	2	
Insgesamt	384 (23,7)	536 (33,1)	697 (43,1)	1.617 (100,0)

Tab. 4 Teilnehmer an der Screeninguntersuchung nach Geschlecht der Kinder und Ort

Geschlecht

Ort	Jungen	Mädchen	Gesamt
	N (%)	N (%)	N (%)
I 1	95 (47,0)	107 (53,0)	202 (12,3)
I 2	115 (54,2)	97 (45,8)	212 (13,0)
I 3	105 (47,7)	115 (52,3)	220 (13,4)
I 4	85 (45,5)	102 (54,5)	187 (11,4)
A 1	151 (50,3)	149 (49,7)	300 (18,3)
A 2	140 (51,1)	134 (48,9)	274 (16,7)
A 3	117 (52,2)	107 (47,8)	224 (13,7)
Anonym	8	9	
Insgesamt	816 (49,9)	820 (50,1)	1.636 (100,0)

Wegen des Fehlens von Extremgruppen wurden die Schichten folgendermaßen zu 3 Kategorien zusammengefaßt: Die Kategorie "3" bildete die Oberschicht, obere Mittelschicht und mittlere Mittelschicht; Kategorie "4" die untere Mittelschicht und Kategorie "5" die obere und untere Unterschicht.

## Auswahl für die Untersuchung zur zweiten Untersuchungsstufe

Aus der Grundgesamtheit der mittels der Fragebogenergebnisse vollständig beschreibbaren 1.622 Probanden wurde jene Stichprobe ausgewählt, die zu Hause in den Wohnungen intensiver besucht werden sollten. Der Fragebogen (CBCL) ergibt 12 sogenannte T-Werte: Eine hohe Übereinstimmung mit einer klinischen Behandlungsbedürftigkeit kommt einem T-Wert von 70 oder darüber (gleichbedeutend mit einem Perzentilwert von 98) zu. Derartige T-Werte ergeben sich aus dem Gesamtwert über alle Fragen des Fragebogens, aber auch für 9 verschiedene Dimensionen des Verhaltens und für sogenanntes internalisierendes bzw. externalisierendes Verhalten. Das internalisierende Verhalten errechnet sich aus einem Gesamtwert über verschiedene introversive Symptomgruppierungen wie Ängstlichkeit, Depressivität, Zwänglichkeit, das externalisierende Verhalten aus Dimensionen wie Aggressivität, Hyperaktivität oder delinquentem Verhalten (ACHENBACH und EDELBROCK, 1983).

Nach dem Kriterium  $T \cdot 70$  waren 153 (9,5%) der 1.622 Probanden, von denen insgesamt entsprechende Angaben erhältlich waren, auffällig (d.h. 98 bzw. 9,9% im Gebiet außerhalb und 55 bzw. 8,7% innerhalb der Area 2). Zur weiteren Auswahl verwendeten wir einen etwas abgesenkten Schwellenwert, das heißt jedes Kind wurde als auffällig bezeichnet mit einem Gesamt-T-Wert oder einem T-Wert für internalisierendes bzw. externalisierendes Verhalten von  $\cdot 60$ , oder, wenn ein Kind einen Wert von  $> 68$  auf einer einzelnen Dimension hatte. Nach dieser Definition waren 361 oder 22,3 % auffällig (analoge Werte 224 (22,7%) [für die Population außerhalb der Area 2 aber mit dem Ort Coesfeld] und 137 (21,7%)). - Diese arbiträre Schwellenwertsenkung erfolgte wegen der höheren Anreicherung von "Kriteriumprobanden", um zwischen vulnerablen bzw. auffälligen Probanden auf der einen Seite und stabil gesunden Probanden auf der anderen Seite Vergleiche anstellen zu können, insbesondere hinsichtlich der möglichen Lärmbezogenheit durch Tiefflieger.

- Insgesamt wurden nach Zufall 329 Probanden ausgewählt: 241 davon waren nach den oben angeführten Schwellenwerten unauffällig und 88 auffällig. Diese, wie auch die folgende Auswahl, wurden nach Alters- und Ortsquoten randomisiert gewählt.

Abb. 1

## Teilnehmer der Hauptuntersuchung

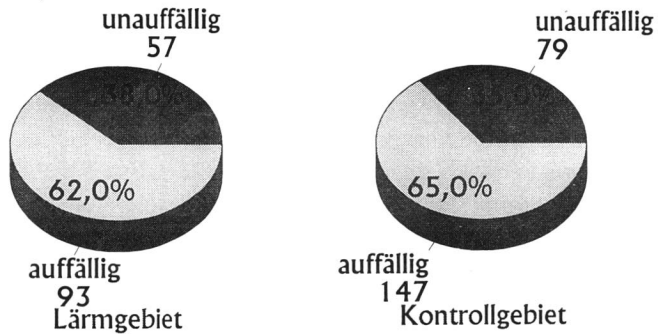
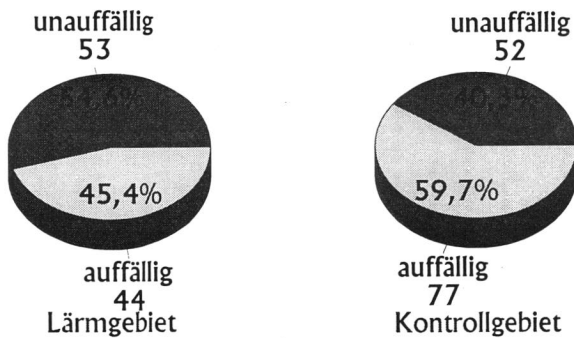


Abb. 2

## Nicht-Teilnehmer der Hauptuntersuchung



- 273 Probanden wurden nach dem Kriterium "auffällig" ausgewählt nach den von uns gewählten Schwellenwerten aus den CBCL-Fragebögen;
- Von diesen 329 + 273 Probanden (= 602) konnten 376 in der zweiten Untersuchungsstufe vollständig untersucht werden:

Entsprechend den Abbildungen 1 und 2 waren sowohl unter den 241 nach Zufallskriterium und den 361 (273 + 88) nach Auffälligkeitskriterium Ausgewählten der Untersuchungsstufe 2 ebenfalls Nichtteilnehmer, die aufgeschlüsselt nach Gebieten mit hohem bzw. niedrigem Lärm aber keine signifikant voneinander abweichenden Anteile erkennen lassen.

Insgesamt konnten unter den 376 Teilnehmer der 2. Untersuchungsstufe 136 erfaßt werden, die gemäß den Ergebnissen des CBCL-Fragebogens unauffällig waren und 240 Probanden mit den Kriteriumswerten "auffällig". Die Geschlechter- und Altersverteilung zwischen den Gebieten ist nicht mehr so ausgeglichen wie die der 1. Stufe, die Unterschiede sind aber statistisch nicht signifikant.

## ***Zusammenfassung***

Für die Untersuchung wurden nach Zufallskriterien innerhalb von ortsbezogenen und altersbezogenen Quoten über die Melderegister der Gemeinden 3.000 Probanden ausgewählt. Dies betraf Kinder im Alter zwischen 4 und 16 Jahren. In der 1. Stufe der Untersuchung konnten aus dieser Grundgesamtheit 1.636 Teilnehmer mittels eines Fragebogens zu ihrem Verhalten und somatischen Beschwerden und in bezug auf ihre soziale Kompetenz erfaßt werden (davon 1.622 Teilnehmer mit vollständig ausgefülltem Fragebogen). Entsprechend den Ergebnissen der Schwellenwerte für auffälliges, gestörtes oder vulnerables Verhalten aus der Fragebogen-Stichprobe konnten in einer 2. intensiven Untersuchungsstufe 376 Probanden in den Wohnungen der Familien untersucht werden bzw. auch die Eltern mit in die Untersuchung einbezogen werden.

Die Untersuchungsinstrumente (1. Stufe: Fragebögen zum Verhalten bzw. zur Beeinträchtigung von Lärm und der 2. Stufe: Methodik der psychophysiologischen Untersuchungen und Interview-Instrumente zur Erfassung des Verhaltens, der subjektiven Lärmempfindlichkeit und Lärmbelastung durch Tiefflieger und ferner zur Erfassung neurologischer Abweichungen und testpsychologischer Merkmale) wurden eingehend dargestellt. Ebenso wurde auf die Ausfallsraten durch Nichtteilnahme an den verschiedenen Unter-



suchungsstufen eingegangen: Verzerrungen lassen sich demnach in bezug auf Alter, Geschlecht und sozioökonomische Merkmale nicht erkennen.

## **Auswertungsstrategien**

### ***Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse***

Mit Hilfe des Computerauswertungsprogrammes des CBCL wurden die verifizierten Symptomscorewerte des CBCL zusammengefaßt und dann mit Hilfe des SPSS-PC+ jene Probanden für die Zweituntersuchung ausgewählt, deren Werte über den oben genannten Schwellenwerten lagen. Die Angaben zur sozialen Kompetenz waren nicht Kriterium der Auswahl, da sie ja keinen direkten Hinweis für psychische bzw. psychosomatische Störungen geben können (wohl aber für eine Funktionseinschränkung aus den verschiedensten Gründen). Diese Ergebnisse werden daher entsprechend analogen Anweisungen des Auswertungsmanuales des CBCL nur cursorisch im Abschnitt über die Resultate des CBCL dargestellt.

Zur Datenverarbeitung des Interviews standen uns ebenfalls ein Programm für die Eingabe der entsprechenden Antwortausprägung bzw. ein Auswertungsprogramm zur Verfügung. Wie schon erwähnt, war aber das Auswertungsprogramm auf eine etwas frühere Version des Elterninterviews bezogen und insbesondere für die Angaben der Kinder nicht verwertbar. Das in BASIC geschriebene Auswertungsprogramm mußte deshalb gründlich revidiert bzw. in einigen Teilen neu erstellt werden, entsprechend der Taxonomie der Zuordnungen des Interviews. Die einzelnen Antworten wurden zur Diagnose, entsprechend der Angaben im DSM-III, zusammengefaßt.

Weiter wurden auf diese Weise sogenannte Symptomscores gewonnen. Letztere sind ebenfalls nach DSM-III-Kriterien gebildet worden, ergeben aber auch einen Schweregrad der einzelnen Symptomkomplexe. Die Schweregradausprägung eines bestimmten derartigen Syndroms kann auf einer Skala für einen Bereich von 0 bis 50 angegeben werden. Auf diese Weise läßt sich auch ein Gesamtwert für einen Schweregrad einer psychischen Störung als Ergebnis des Interviews (nach Angaben der Eltern bzw. des Kindes) für das entsprechende Kind errechnen. Für die Auswertung haben wir - wegen der mehrmals bereits zitierten, oft unterschiedlichen Angaben der Eltern über das Kind bzw. des Kindes über sich - einen kombinierten Symptomscore im Sinne einer "oder"-Beziehung gewählt: die jeweils höchste Ausprägung nach Angaben der Kinder oder der Eltern bildete dann den jeweiligen Gesamtwert. Danach ergibt sich eine Rangskalierung, die als

aufzuklärende Zielvariable für die statistischen Zusammenhangsanalysen diente.

Die von uns dem Interview hinzugefügten Fragen zum militärischen Tieffluglärm, zur Einstellung zu diesem Lärm und zur Lärmempfindlichkeit bzw. die aus dem Mannheimer epidemiologischen Interview (MEI) entnommenen Fragen zu Hintergrundsbedingungen wurden in derselben Struktur und mit denselben Eingabeprozeduren behandelt, wie sie für den Teil, der die psychiatrische Symptomatik erfaßte, zur Verfügung standen.

Die Auswertung der Lärmmessungen ergab, daß die Häufigkeit der Flugbewegungen nach Tagesmittelung ein mit anderen Fluglärmmeßergebnissen gut korrelierendes Maß darstellt. Es wurde deshalb für unsere Auswertungen meist die Frequenz der Flugbewegungen als Maß für die Lärmbelastung durch Tiefflieger ausgewählt (auf Ausnahmen wird im Text hingewiesen).

### ***Durchführung der Zusammenhangsanalyse***

Für die Erstellung der Zusammenhangsanalysen war es vor allem notwendig, Zusammenhänge zwischen den einzelnen Belastungswerten, die möglicherweise mit der psychischen Symptomatik von Kindern assoziiert sind, in bezug auf Lärm differenziert zu behandeln. Wir haben deshalb mit der Prozedur "stufenweise Regression" mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS-PC+ jene Belastungsfaktoren ausgewählt, die (bei den bestehenden Voreinstellungen dieser Regressionsanalysen) die höchste Aufklärung gaben. Diese Analysen wurden, soweit dies aus den Zellenbesetzungen her noch ableitbar war, auch getrennt für Geschlechter und Altersgruppen durchgeführt. Als Resultat dieser Untersuchungen wurden dann die altersbezogenen, am besten mit den zusammengefaßten Symptomscores korrelierenden sozialen Belastungsfaktoren ausgewählt. Unter Gleichhaltung dieser Belastungsfaktoren, also mit derselben Anzahl von psychosozialen Risikofaktoren für das Kind, wurden dann die gebietsbezogenen (dies bedeutet also die lärmbezogenen) Zusammenhangsanalysen, unter Verwendung des Chi-Quadrat-Tests und der Mehrfachvarianz- bzw. Kovarianzanalyse (ANOVA bzw. ANCOVA) durchgeführt. Da damit die, üblicherweise mit psychischen Störungen von Kindern deutlich korrelierenden, belastenden Hintergrundfaktoren gleichgehalten wurden, wurden unter vergleichbaren Bedingungen die Einflüsse durch den militärischen Tieffluglärm deutlicher überprüfbar. Eine Alpha-Adjustierung wurde nicht durchgeführt. Um eine etwaige Zufallshäufung von Signifikanzangaben auszuschließen, wurde überprüft, ob die Signifikanzen gleichsinnige Tendenzen zeigten und ferner, ob sie mit den

hypothetischen Annahmen im Sinne der aus kinderpsychiatrisch-epidemiologisch bekannten Forschungsergebnissen in Einklang standen.

Lediglich die Auswertung der psychophysiologischen Meßergebnisse bereitete erhebliche Schwierigkeiten, weil es in diesem Umfang keine, auf eine klinische Bewertung hin bezogene, ausgedehnte Feldforschung gibt. Entsprechend dürftig sind die bisherigen Ergebnisse in der Literatur - trotz der Fülle der Literaturangaben zu psychophysiologischen Ergebnissen insgesamt (VITINIUS, 1991). Die Vorgehensweise bei der Auswertung der psychophysiologischen Meßergebnisse ist ausführlich bei SCHMECK (1992) dargestellt.

### ***Vorbereitungen für spätere Verlaufsuntersuchungen***

Von den Eltern der 376 untersuchten Kinder gaben 209 (50 % aus der Area 2) ihre Zustimmung für eine spätere Zweituntersuchung. Diese Verlaufsuntersuchungen könnten über die Persistenz von Verhaltensauffälligkeiten der untersuchten Kohorten Aufschluß geben. Dadurch wäre die Überprüfung der derzeitigen Zusammenhangsanalysen möglich, und zwar in einem Längsschnittvergleich als sinnvolle Ergänzung zur Interpretation der derzeitigen Ergebnisse dieser Querschnittsuntersuchung.

### ***Die Formulierung der Fragestellung des Projektes***

Die Untersuchungshypothesen können aus den folgenden Fragen und Annahmen abgeleitet werden. Diese Fragen sollten durch die Ergebnisse des Projektes beantwortet, verworfen bzw. interpretiert werden können:

- Sind die Verhaltensauffälligkeiten der Kinder mit den in der kinderpsychiatrischen epidemiologischen Literatur bekannten Belastungsfaktoren familiärer und individueller Art in vergleichbarem Ausmaß assoziiert?
- Kommt den militärischen Tieffluglärmbelastungen eine gesonderte Wertigkeit vor allem dann zu, wenn die Belastungsfaktoren gleichgehalten werden, so daß eine spezifische Einwirkung des Fluglärms erkennbar ist?
- Die psychophysiologischen Messungen könnten einen Hinweis auf eine bestimmte Vulnerabilität für das Verhalten von Kindern ergeben, so daß, ähnlich wie in der vorangestellten Frage, die Annahme überprüft werden sollte, ob bei gleichgehaltenen familiären und individuellen Belastungsfaktoren ein lärmgebietsbezogener Einfluß auf die psychophysiologische Reaktionsbereitschaft zu erkennen ist oder nicht.

- Es kann weiter die Frage gestellt werden, ob die Lärmbelastung an sich deutliche Einwirkung auf die psychischen Auffälligkeiten oder psychosomatischen Störungen von Kindern hat. Zur Überprüfung dieser Annahme dienen die Gegenüberstellungen der Ergebnisse des Fragebogens der Stufe 1 wie auch der zusammengefaßten Symptomschweregrade nach den Untersuchungen der Stufe 2.
- Weiter kann angenommen werden, daß zwischen den Einstellungen zum Fluglärm, der subjektiven Einschätzung der militärischen Tieffluglärmbelastung und den von der Landesimmissionsanstalt gemessenen Fluglärmbedingungen enge Zusammenhänge erkennbar sind.
- Diese zuletzt geschilderten Zusammenhänge könnten mit der psychiatrischen Auffälligkeit parallel gehen, da anzunehmen ist, daß eine negative Einstellung zum Fluglärm und zur Lärmbelastung zur psychiatrischen Auffälligkeit des Kindes über die Einwirkungen der Bezugspersonen auf das Kind beiträgt.

## **Zusammenfassung**

Die Auswertungen erfolgen mit Hilfe von computergestützten Eingabe- bzw. Auswertungsprogrammen sowohl für die verwendeten Fragebögen wie auch für die Interviews. Die Diagnosenzuordnungen der Interviews (Instrument der Untersuchungsstufe 2) erfolgte nach den Regeln des Diagnostischen und Statistischen Manuales der Amerikanischen Psychiatrischen Vereinigung (DSM-III). Aus den Angaben im Interview wird ferner mit Hilfe des Auswertungsprogramms ein Schweregrad für einzelne Syndrome bzw. für den Gesamtwert gebildet. Ein kombinierter Symptomschweregrad wird nach den Angaben der Eltern oder der Kinder zusammengefaßt (jeweils die höchsten Werte gehen in die Kombination ein). Die Symptomschweregrade für psychische / psychosomatische Auffälligkeiten ergeben eine Rangskala, die als aufzuklärende Zielvariable für bestimmte psychosoziale bzw. lärmbezogene Belastungswerte gilt. Mit Hilfe von multiplen Regressionsanalysen wurden nach Altersgruppierung diejenigen familiären oder individuellen Belastungswerte ausgewählt, die für die jeweilige Altersgruppe die stärksten Zusammenhänge zu den Auffälligkeiten des Kindes zeigten. Danach wurde versucht, die Kinder mit den jeweiligen gleichartigen Belastungswerten zusammenzufassen, um zu erkennen, ob das Gebiet mit einer höheren, durch die Landesimmissionsanstalt Essen ermittelten, militärischen Tieffluglärmbelastung stärker mit den Verhaltensauffälligkeiten verbunden ist oder nicht. Ähnliches wurde anschließend mit den psy-

chophysiologischen Meßergebnissen versucht, um zu ermitteln, inwieweit eine mögliche Vulnerabilität von vegetativ-autonomen Reaktionsmustern durch die Tieffluglärmbelastung zu erkennen ist. Die Auswertungen selbst wurden an der Kinder- und Jugendpsychiatrischen Abteilung zunächst in Münster, dann in Frankfurt, mit Hilfe eines IBM-PC PS/2 80-071 durchgeführt. Die Daten wurden als SPSS-System-Dateien aufbereitet.

## **Beschreibende Darstellung der Ergebnisse**

Hier folgt zunächst die deskriptive Darstellung der Resultate der objektiven Messung des Tieffluglärms und ferner der subjektiven Einstellungen dem Lärm generell und spezifisch dem Fluglärm gegenüber, insbesondere auch im Hinblick auf die Gefühle des Bedrohtseins und der Verärgerung gegenüber dem Fluglärm im Vergleich der Orte bzw. der Gebiete mit stärkerem und schwächerem Flugbetrieb.

Danach wird auf die Ergebnisse der Erhebungen über die psychischen / psychosomatischen Merkmalsausprägungen der Kinder im Screening wie in der ausführlichen Untersuchung der 2. Untersuchungsstufe eingegangen. Schließlich folgt danach die Beschreibung der familiären und weiteren Umweltsituation, in der die untersuchten Kinder leben, wie auch die der individuellen Merkmale wie neurologischer Untersuchungsbefund und die Ergebnisse der Intelligenz- und der psychophysiologischen Messungen.

### ***Ergebnisse der objektiven Lärmmessung***

Die Geräuschmessung der tieffliegenden Militärflugzeuge wurde - unabhängig von und parallel zur Untersuchung der Gesundheitsprobleme - von der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LIS), Essen, wie schon erwähnt, durchgeführt. Eine ausführliche Darstellung dieser Ergebnisse findet sich im: "Bericht über Messungen der Geräusche tieffliegender Militärflugzeuge innerhalb und außerhalb des Tieffluggebietes West-Münsterland (Area 2) vom 12.12.1987 (Berichterstatter: Diplom-Ingenieur H. Strauch). Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Von den innerhalb der Area 2 liegenden und untersuchten Orten sind die Orte Heiden und Velen hinsichtlich der Flugereignisse (siehe Abb. 3) und der dabei auftretenden maximalen Schalldruckpegel ( $L_{AFmax}$ ) am stärksten belastet. Insbesondere in Velen wurden an Tagen mit hoher Flugaktivität bis zu 56 Flüge pro Tag mit Schalldruckpegeln  $L_{AFmax} \geq 80$  dB (A) festgestellt. Dabei schwankt die Flugaktivität sehr stark, da etwa

in 30% des untersuchten Zeitraumes von einem Jahr kein Flugereignis festgestellt wurde, das einen Schalldruckpegel von 80 dB (A) erzeugte.

- In den untersuchten Orten außerhalb des Tieffluggebietes wurde eine deutlich geringere Zahl von Flugereignissen gegenüber den in der Area liegenden Orten festgestellt. In dem am stärksten belasteten, außerhalb der Area liegenden Ort, nämlich Everswinkel, wurden bis zu 18 Flugereignisse pro Tag ermittelt, auch mit maximalen Schalldruckpegeln  $L_{AFmax}$  von  $> 80$  dB (A).
- An keinem der Orte der Area 2 wurden am Samstag oder Sonntag Ereignisse von tieffliegenden Militärflugzeugen festgestellt.
- Flugereignisse pro Tag mit Pegeln  $> 100$  dB (A) sind insbesondere in Heiden und Velen zu erkennen, allerdings auch in den außerhalb der Area liegenden Orten Sendenhorst und Everswinkel, während Flugereignisse pro Tag mit Schalldruckpegeln von  $> 110$  dB (A) nur noch in geringer Zahl auftreten, und zwar weniger als 5 pro Tag.
- Die Verteilungen der Maximalpegel der einzelnen Orte unterscheidet sich nicht besonders (s. Abb. 4). Zum Beispiel ist im von Flugereignissen sehr hoch belasteten Ort Velen ein arithmetischer Mittelwert der Maximalpegel von 93,9 dB (A) festgestellt worden, aber auch in Drensteinfurt ergibt sich ein vergleichbar hoher Mittelwert von 95,4 dB (A). Dementsprechend unterschieden sich die Flugereignisse auch nach dem  $L_{AFmax}$  (90. Perzentile) zwischen den Orten kaum voneinander, sodaß der entscheidende Unterschied in der Häufigkeit und den Maximalpegeln bzw. der Pegelanstiegsgeschwindigkeit liegt. *Der Unterschied liegt also auf den kurzen Nenner gebracht vor allem in der Anzahl der Ereignisse insgesamt*, die innerhalb von 42 Untersuchungstagen festgestellt wurden: dies waren im Ort Velen 529 Ereignisse, in Drensteinfurt aber nur 52. Dies bedeutet, daß die Orte innerhalb und außerhalb der Area sich weniger in der Höhe der durch die Flugereignisse verursachten Schalldruckpegel als vielmehr durch die Anzahl der Flugereignisse unterscheiden.
- Als Merkmal für auftretende mögliche Schreckreaktionen wurden auch die Pegelanstiegsgeschwindigkeiten (siehe Abb. 5) und Pegelsprünge gemessen: bei den Flugereignissen in den Orten innerhalb der Area waren die Pegelanstiegsgeschwindigkeiten im Mittel (50.-Perzentil) wie auch in den höheren Perzentilen größer als in den Orten außerhalb der Area - analog zu den Ereigniszahlen pro Tag. In den Orten Heiden und

Velen trat eine Vielzahl hoher Werte auf (bis zu 90 % der Pegelanstiegsgeschwindigkeiten lagen zwischen 20 und 25 dB/s).

- Die Ereignishäufigkeit zeigt gebietsbezogen eine unterschiedliche Tagesverteilung: im Gegensatz zu den Orten außerhalb der Area 2 sind in den Orten innerhalb dieser Area (Raesfeld, Heiden, Velen, Süd-Coesfeld) sehr selten Flugereignisse nach 18<sup>00</sup> Uhr festgestellt worden.
- Im Bezug auf die Geräuschbelastung (Stärke der Einzelereignisse, zu Vergleichszwecken energetischer Mittelwert von allen berechneten Tagesmittelungspegeln) ergibt sich insbesondere innerhalb der Area 2 eine Rangfolge, wobei Velen am stärksten betroffen ist, danach Heiden, Raesfeld, am wenigsten belastet ist Süd-Coesfeld.
- Für die Ereignisse im Jahre 1987 wurde die Häufigkeit in Velen (innerhalb der Area 2) und in Everswinkel (außerhalb der Area 2) festgestellt: im Jahre 1987 waren dabei in Velen im Mittel die Ereignisse von 9,5 pro Tag im Jahr 1986 auf 12,1 Ereignisse pro Tag im Jahre 1987 gestiegen, in Everswinkel betragen die entsprechenden Vergleichswerte 2,5 bzw. 3. Die Häufigkeitsverteilung der festgestellten Maximalpegel der Flugereignisse zeigt für die zwei erfaßten Orte gegenüber den Meßwerten von 1986 also nur eine geringfügige Differenz.

Die näheren Einzelheiten können in dem oben zitierten Bericht und der Darstellung von STRAUCH (1991) eingesehen werden: für die gegenständliche Untersuchung, die ja den Einfluß von den in Rede stehenden Lärmwirkungen auf die Gesundheit von Kindern zu untersuchen hatte, waren vor allem drei Ergebnisse dieser Lärmuntersuchung durch die Landesanstalt für Immissionsschutz von ausschlaggebender Bedeutung:

- A) Die Anzahl der Maximalpegel wie auch der energetische Mittelwert aller errechneten Tagesmittelungspegel zeigen eine enge Beziehung zu den mittleren Ereignishäufigkeiten pro Tag pro Ort, so daß als Kenndaten für die Lärmbelastung die mittlere Ereignishäufigkeit pro Tag für einen entsprechenden Ort als Berechnungsgrundlage für die Zusammenhangsanalysen verwendet werden können.
- B) Auf eine Rangordnung der verschiedenen Orte wurde verzichtet, da es zwar ein Gefälle (s. unter D), aber mit einer Ausnahme einen wesentlich deutlicheren Unterschied zwischen den Gebieten (also zwischen den Orten innerhalb der Area 2 gegenüber den Orten außerhalb der Area 2) gibt,

die Orte innerhalb einer Area sich aber nicht deutlich unterscheiden im Sinne einer einigermäßen regelrechten Ordinalskalierung.

- C) Die eine Ausnahme betrifft die Meßstelle bzw. das Untersuchungsgebiet Süd-Coesfeld. Deshalb wird dieser Ort - entgegen den ursprünglichen Annahmen - im folgenden den Gebieten mit geringerer Fluglärmwirkung (im Verhältnis zu den übrigen Orten der Area 2) für die weiteren Vergleiche zugeordnet.
- D) Ein Extremgruppenvergleich - also ein Vergleich zwischen eindeutig polarisierbaren Orten - konnte auf Grund der verschiedenen Ergebnisse der Überflughäufigkeit (Abb. 3) nur ohne Einbeziehung von Coesfeld durchgeführt werden. Coesfeld ist einerseits nach der Frequenz der Überflüge und damit auch von den unter A) angeführten Merkmalen deutlich weniger belastet als die anderen Orte innerhalb der Area 2. Andererseits legt aber das Gesamtmaß über die Pegelanstiegsgeschwindigkeiten (Abb. 5) und die subjektive Belästigung und ein Gefühl der Bedrohung nach Auskunft der Befragten (Abb. 6 und 7) eher wieder eine Zuordnung zu den Orten der Area 2 nahe. Dementsprechend werden in den Kapiteln zu den Extremgruppenvergleichen die Orte Velen und Heiden als die am meisten durch militärischen Fluglärm belasteten Orte den am wenigsten belasteten wie Drensteinfurt und Sendenhorst gegenübergestellt. Coesfeld hätte hier durch seine "Zwitterstellung" eine besonders schwierig aufzuklärende Rolle gespielt.

Im übrigen werden die fluglärmbedingten Korrelationen zu psychischen Problemen der Kinder nur in Beziehung zu den bedeutsamen anderen individuellen und sozialen Hintergrundfaktoren in ihrer ökologischen Stellung klar zu ermitteln sein.

Entsprechend der Abb. 3, in der die mittlere Ereignishäufigkeit pro Tag zu erkennen ist, wurde also nunmehr eine Einteilung für die weiteren Berechnungen vorgenommen, in denen die Orte innerhalb der Area 2 zum Gebiet mit hoher Lärmbelastung mit Ausnahme von Süd-Coesfeld zusammengefaßt wurden, während Süd-Coesfeld nun mit den untersuchten Orten außerhalb der Area 2 zum Gebiet mit geringerer Lärmbelastung als Kontrollgebiet zusammengefaßt wurde.



Abb. 3: Anzahl der Überflüge/ Tag

## Anzahl der Überflüge pro Tag

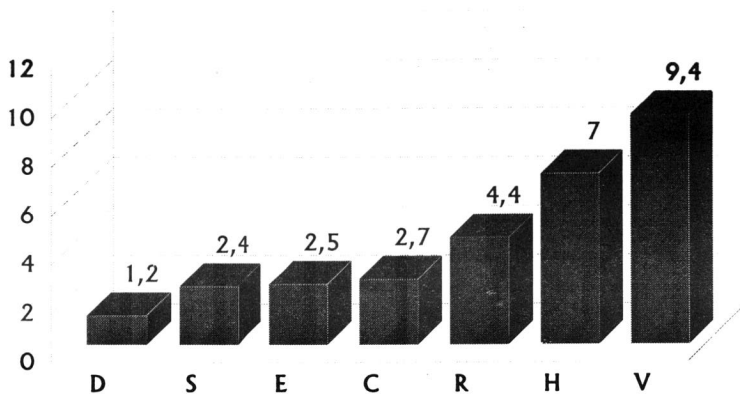


Abb. 4:  $L_{AFmax}$  (Maximalpegel) - 90. Perzentile

## Maximalpegel ( $L_{AFmax}$ ) 90. Perzentile

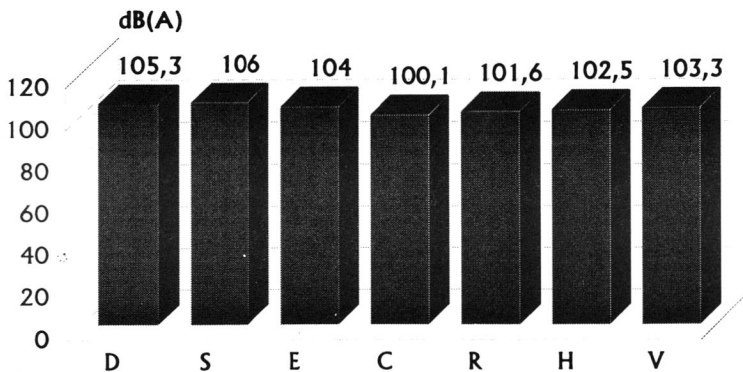


Abb. 5: Pegelanstiegsgeschwindigkeit

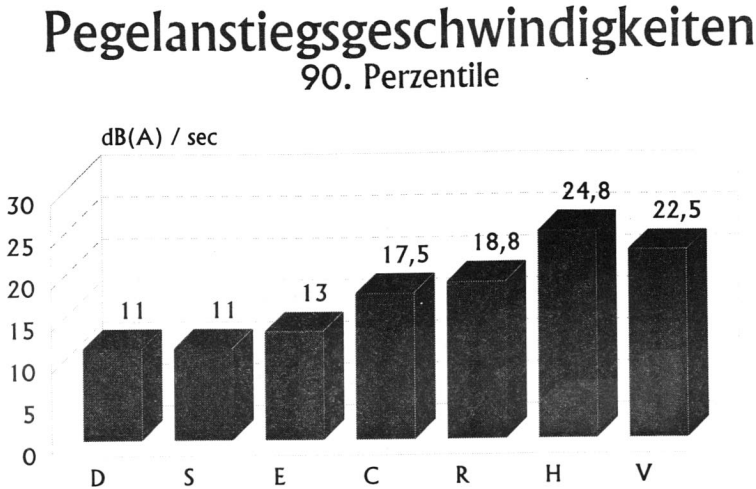


Abb. 6: Belästigung durch Fluglärm

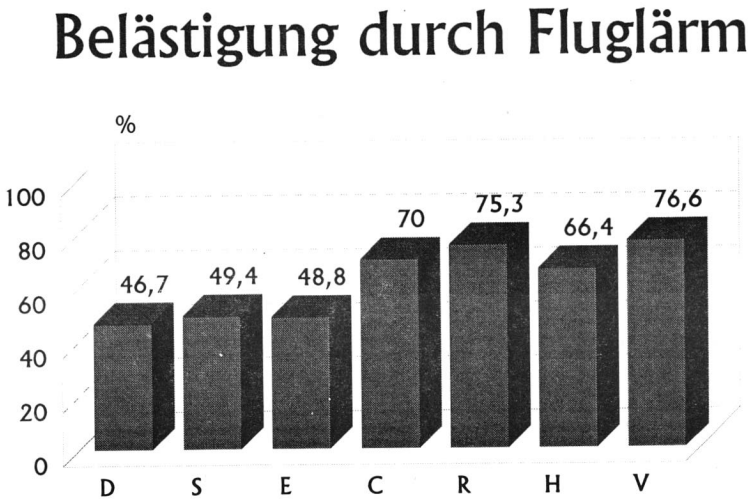
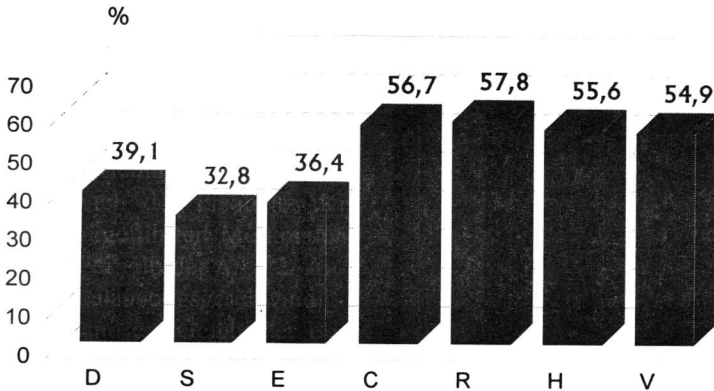


Abb. 7: Bedrohung durch Fluglärm

## Bedrohung durch Fluglärm



### ***Angaben zur Fluglärmbelastung im Fragebogen-Screening***

Im folgenden werden die wichtigsten Antworten zum kurzen Lärmfragebogen, die dem CBCL-Fragebogen der Screeningphase beigelegt waren, aufgeschlüsselt nach Orten wiedergegeben.

Die Schätzungen (der Eltern) über die Lärmbelastigungen der einzelnen Orte gehen im wesentlichen mit den Lärmmessungen konform (s. Abb. 3). Der Ort Coesfeld nimmt etwa eine mittlere Position ein (zum Beispiel verglichen mit den Durchschnittsprozentszahlen über alle Orte). Ohne Berücksichtigung der anonymen Angaben ergeben sich aber zwischen dem Fluglärmgebiet und dem Kontrollgebiet zusammengefaßt bedeutsame, in die Richtung der Erwartung gehende, Unterschiede (Chi-Quadrat 165,2, df 4  $p < .00001$ ). Wichtig sind hier nicht so sehr die Angaben zur absoluten Häufigkeit entsprechend diesen subjektiven Schätzungen, sondern die deutlichen Unterschiede in den Angaben zwischen den einzelnen Orten.

Abb. 8: "Wie häufig sind in den letzten zwei Wochen Tiefflieger über Ihr Wohngebiet geflogen?"

## Überflüge in den zwei Wochen vor der Befragung

Einschätzung durch die Eltern

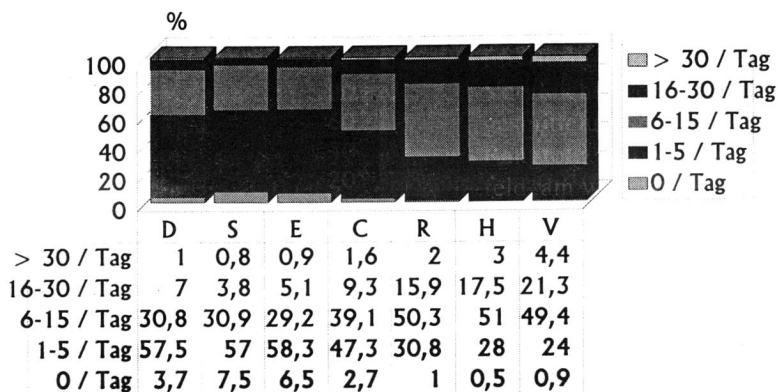
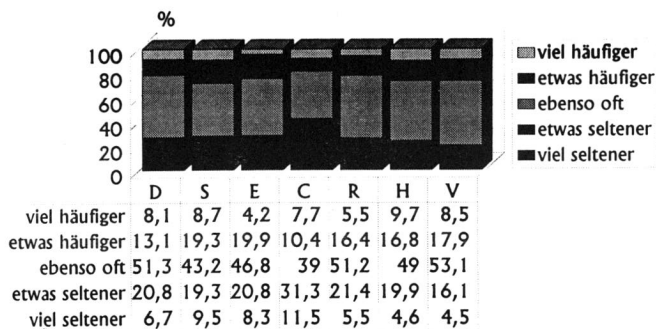


Abb. 9: "Vergleichen Sie bitte die Häufigkeit der Tiefflüge in den letzten zwei Wochen mit deren Häufigkeit in den letzten 12 Monaten."

## Überflüge in den zwei Wochen vor der Befragung

im Vergleich zum vergangenen Jahr



In den Angaben (Abb. 10) zur Einschätzung der Lärmempfindlichkeit finden sich keine signifikanten Unterschiede in den Selbsteinschätzungen der Eltern über ihre eigene Lärmempfindlichkeit zwischen den Gebieten innerhalb der Area 2 und außerhalb. Sie ist auch zwischen den Orten offensichtlich nicht gravierend unterschiedlich angegeben worden.

Die Lärmempfindlichkeit, die den Kindern seitens der Eltern zugeschrieben wird, unterscheidet sich geringfügig zwischen den Orten innerhalb und außerhalb der Area 2 (siehe Abb. 11): die Eltern schätzten ihre Kinder im Kontrollgebiet etwas weniger empfindlich ein, als das Eltern im Fluglärmbereich tun.

Der am stärksten belastete Ort nach diesen Messungen ist der innerhalb der Area 2 gelegene Ort Velen, für den auch die höchste, geschätzte Anzahl von Überflügen angegeben wird. Im Kontrast dazu steht der Ort Drensteinfurt (außerhalb der Area 2), der sich aber nicht so deutlich von den anderen Orten mit niedriger Überflughäufigkeit unterscheidet. Dies kann als Bestätigung dafür gewertet werden, daß die Orte mit den objektiv gemessenen, geringeren Lärmflugbelastungen sich untereinander auch subjektiv nicht so deutlich unterscheiden.

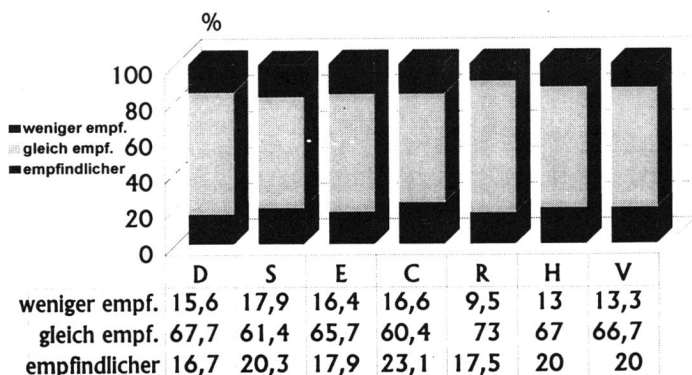
Für die Antworten zur Frage, ob die Überflüge in den letzten 12 Monaten häufiger waren als etwa in den letzten 2 Wochen, ergeben sich zwischen den zu den Gebieten außerhalb und innerhalb der Area zusammengefaßten Orten keine signifikanten Unterschiede. Dies deckt sich auch mit den längsschnittlichen Vergleichen der objektiven Lärmmessungen, die ja zum Beispiel für die Zeiträume der Jahre 1986 gegenüber 1987 in den dafür ausgewählten Orten auch keine bedeutenden Unterschiede der Fluglärmtätigkeiten gezeigt haben. Man kann nach diesen übereinstimmenden Aussagen davon ausgehen, daß eine gewisse längsschnittliche Konstanz der Fluglärmbelastung vorliegt - ein wichtiges Indiz insofern, als das Projekt ja von der Annahme ausgegangen ist, daß, falls Effekte auf die Gesundheit bzw. das Verhalten von Kindern zu erkennen sind, diese aufgrund langwieriger Einwirkungen zustande gekommen sein müßten. Dafür wird aber eine gewisse Konstanz der Lärmeinwirkung vorausgesetzt, die offenbar über einen längeren Zeitpunkt nach objektiven Messungen und subjektiver Meinung auch gegeben ist. (Die statistischen Kennwerte der Unterschiede der einzelnen subjektiven Angaben: Chi-Quadrat: 2,93, df = 4,  $p = .5701$ ).

Die Angaben dazu, wie sehr subjektiv der Fluglärm nach diesen Elternangaben als störend empfunden wird (Abb. 6 weiter oben), ergibt wieder einen

statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Fluglärmgebiet und dem Kontrollgebiet (ChiQuadrat: 142,78, df = 4,  $p < .00001$ ). Wieder ist in Übereinstimmung mit den objektiven Lärmmessungen Velen auch hier nach den Angaben der befragten Bewohner am stärksten betroffen, das heißt die subjektiven Angaben und die objektiven Messungen entsprechen sich auch hier. Die befragten Eltern von Coesfeld gehen hier konform mit den Angaben der anderen Orte innerhalb der Area 2. Hier mag eine gewisse Grundstimmung, innerhalb der Area zu wohnen, mit eine Rolle spielen. Auf die entsprechende Interpretation zu der Frage der subjektiven Störbarkeit wird im Kapitel 7 noch näher eingegangen.

Abb. 10 "Wie empfindlich sind Sie für Geräusche im Vergleich zu anderen Menschen?"

## Geräuschempfindlichkeit der Eltern im subjektiven Vergleich zu anderen Menschen

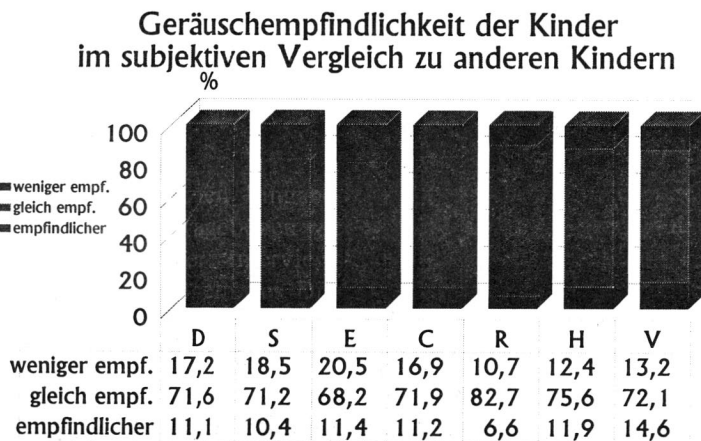


### Zur Frage der Innenohrschädigung durch Tieffluglärm

Ohrenpfeifen kann möglicherweise als Indikator für Schädigung aus einer Lärmeinwirkung entstehen (wobei die Quelle der Lärmeinwirkung verschieden sein kann - siehe oben, zur Erörterung möglicher Lärmschädigungen). Wir haben deshalb diese entsprechende Frage im Screening gestellt: insgesamt hatte 86 Kinder offenbar den Eltern über ein derartiges Ohren-

pfeifen berichtet. Diese Angaben verteilen sich aber ohne beträchtliche Schwankungen über die Gebiete innerhalb bzw. außerhalb der Area 2 (innerhalb der Area 2 waren es 46 Kinder bzw. 5,6 % und außerhalb 40 Kinder bzw. 5,0 % aller 1.624 Kinder; die Differenz zu den 1.527 Antworten in der Tabelle 5 resultiert daraus, daß in dieser Tabelle 97 Antworten mit der Kategorie "weiß nicht" nicht berücksichtigt sind). Der Ort Coesfeld, der ja wegen seiner geringeren Fluglärmbelastung künftig nicht zu den übrigen Orten der Area 2 gerechnet wird, nimmt dabei keine trennscharfe Position ein.

Abb. 11 "Wie geräuschempfindlich schätzen Sie Ihr Kind ein?"



### ***Beschreibung der im Fragebogen - Screening (1. Untersuchungsstufe) erfaßten Population***

Der erste Teil des CBCL - Fragebogens betrifft sportliche Aktivitäten, soziale Aktivitäten wie Mitgliedschaft in Vereinen, Häufigkeit der Kontakte mit gleichaltrigen Freunden und das Kontaktverhalten zu ihnen. Angaben zur Schuladaptation beziehen sich auf Antworten zu Schulleistungen in den verschiedenen (v.a. Haupt-) Fächern, Vorhandensein von Schulproblemen, Klassenwiederholungen oder Besuch von Sonderschulen. (Für 4- bis 5-Jährige gibt es natürlich keine Werte für die schulische Adaptation). Aus

allen diesen Fragen wird ein Gesamtwert für die soziale Kompetenz gebildet.

Tab. 5 Hat Ihr Kind schon einmal über Ohrenpfeifen geklagt, das über eine Stunde anhält? (z. B. nach lauter Musik oder Umgang mit Feuerwerkskörpern oder anderem lauten Lärm)

<b>Ohrenpfeifen:</b>						
<b>Ort</b>	<b>ja</b>		<b>nein</b>		<b>Gesamt</b>	
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Raesfeld (I 1)	9	4,8	179	95,2	188	12,3
Heiden (I 2)	13	7,0	174	93,0	187	12,2
Velen (I 3)	13	6,1	201	93,9	214	14,0
Coesfeld (I 4)	11	6,4	160	93,6	171	11,2
Drensteinfurt (A 1)	10	3,4	281	96,6	291	19,1
Sendenhorst (A 2)	15	6,0	234	94,0	249	16,3
Everswinkel (A 3)	15	7,1	196		211	13,8
Anonym	0		16		16	1,0
Summe	86	5,6	1.441	94,4	1.527	100,0

T-Werte von unter 30 gelten hier nach ACHENBACH & EDELBROCK (1983) als klinisch bedeutsam (unter einem T-Wert von 30 wäre also ein prosoziales Verhalten in so geringer Ausprägung vorhanden, daß es als auffällig bezeichnet werden kann, bzw. den Werten einer klinischen Stichprobe entspricht). Da eine Normierung für deutsche Verhältnisse hier ebenfalls nicht vorliegt, die Vergleiche aber möglicherweise doch größere Unterschiede zeigen, haben wir zwar die T-Transformierung übernommen, die Ergebnisse aus dem Teil des CBCL-Fragebogens wurden aber nicht zur Auswahl für die zweite Stufe im Sinne von auffällig oder nicht verwendet. Dies geschah ausschließlich mit Hilfe des Verhaltensteils des Fragebogens.

Es ließ sich dabei erkennen, daß es geringfügige Schwankungen in der sozialen Kompetenz gab, die aber kein durchgehendes Muster zwischen den verschiedenen Gebieten zeigte. Allerdings ergaben sich zwischen den Altersgruppen Unterschiede: Jungen der Altersgruppe von 12 bis 16 Jahren zeigten für sozialen Aktivitäten und der schulischen Adaptation geringere Mittelwerte im Vergleich mit den anderen Altersgruppen; bei den Mädchen zeigten 4 bis 5Jährigen geringere sportliche Aktivitäten, die 12 bis 16Jährigen geringere soziale Aktivitäten und die 12 bis 16Jährigen geringere Schulleistungswerte.



Abb. 12: Soziale Kompetenz der Mädchen

## Soziale Kompetenz (CBCL) Mädchen

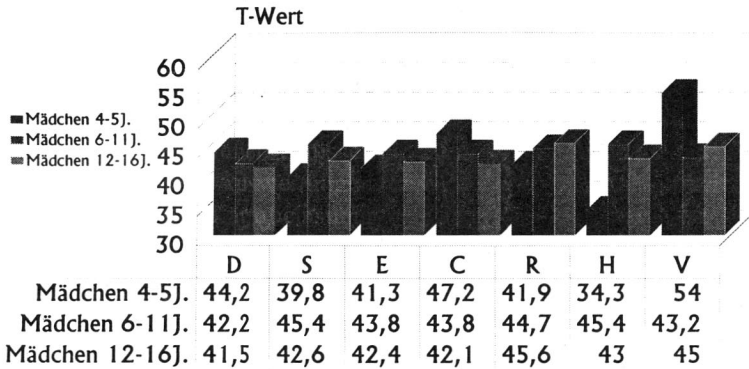
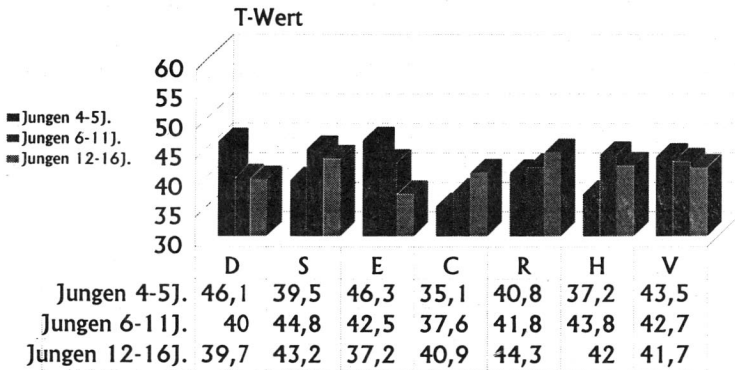


Abb. 13: Soziale Kompetenz der Jungen

## Soziale Kompetenz (CBCL) Jungen



Die statistische Signifikanz der Unterschiede ist zum Teil durch die große

Die statistische Signifikanz der Unterschiede ist zum Teil durch die große Zahl der untersuchten Population erklärbar, da bereits geringfügige Mittelwertunterschiede zu Buche schlagen. Ein gebietsbezogenes Muster ist nicht erkennbar.

### **Die Symptomliste - (psychopathologische Kennwerte im CBCL - Fragebogen)**

Zur weiteren Information sind hier in den Abb. 14-19 die statistischen Kennwerte zu den Angaben für die Verhaltensprobleme wiedergegeben. Diese beziehen sich auf einen Gesamtwert über alle Faktoren für Verhaltensauffälligkeiten sowie die sogenannten Internalizer- bzw. Externalizer-Werte. Die letzteren beiden fassen, wie bereits in den Eingangskapiteln erläutert, die einzelnen Faktoren für ängstliches, depressives Verhalten, körperliche Beschwerden, Zwangssyndrome usw. auf der einen Seite ("Internalizer") bzw. ausagierendes Verhalten mit Problemen, Hyperaktivität, Aggressivität, delinquentes Verhalten ("Externalizer") auf der anderen Seite, zusammen. Die Werte nach den einzelnen Orten schwanken eng um einen T-Wert von 50, das heißt um die jeweiligen Normalwerte.

Die einzelnen Orte weisen ebenfalls geringe Unterschiede um den T-Wert von 50 herum auf. Wiederum kann bei Inspektion der Daten ein einheitliches Muster nicht erkannt werden.

Die Abbildungen 20 und 21 geben eine Zusammenfassung über die Ergebnisse des Screenings der vollständig ausgefüllten CBCL-Fragebögen.

Bei Festhalten eines Kriteriums von einem T-Wert  $\cdot 70$  ergibt sich eine Auffälligkeitsrate von 153 Kindern (9,5 %) über beide Gebiete in der untersuchten Population. Zwischen den Gebieten mit verschiedener Lärmbelastung zeigen sich hier keinerlei überzufällige Unterschiede.

Wenn man die Schwellenwerte, die wir für die Untersuchung gewählt haben, betrachtet (CBCL-Gesamt-T-Wert  $\cdot 60$  bzw.  $\cdot 68$  für Einzeldimensionen bzw. den einzelnen Faktoren), ergibt sich eine Gesamtrate von Auffälligkeiten von 361 Kindern bzw. 22,3 %. Auch hier sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen lärmbelasteten Gebieten ohne statistische Signifikanz.

Abb. 14: Verhaltensprobleme der Mädchen

## Verhaltensprobleme (CBCL)

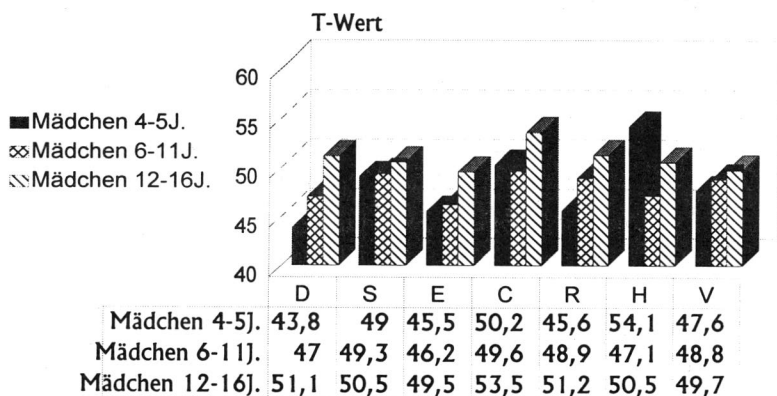


Abb. 15: Verhaltensprobleme der Jungen

## Verhaltensprobleme (CBCL)

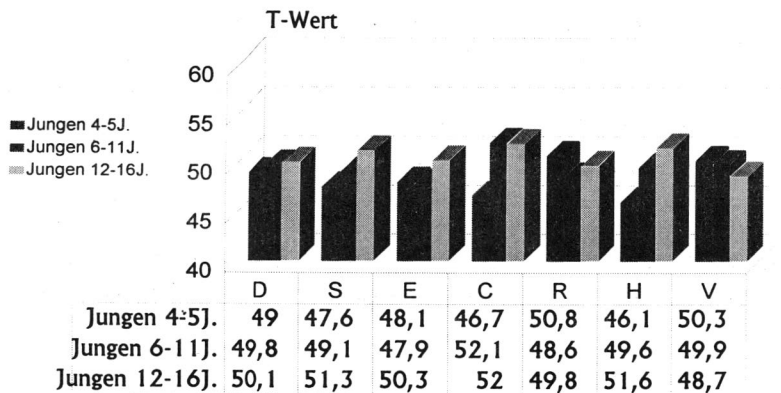


Abb. 16: Internalisierende Störungen der Mädchen

# Internalisierende Störungen (CBCL)

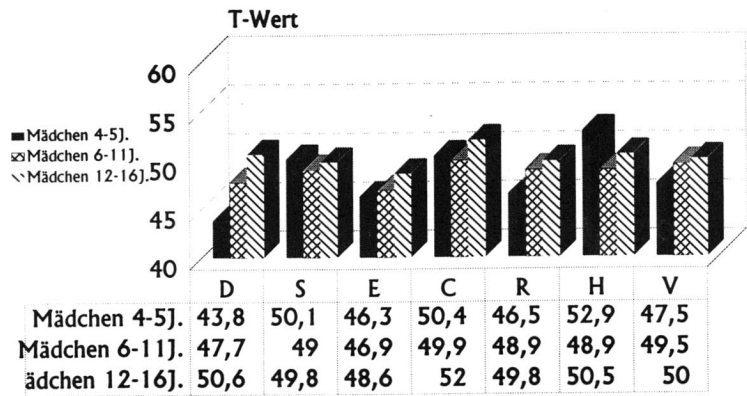


Abb. 17: Internalisierende Störungen der Jungen

# Internalisierende Störungen (CBCL)

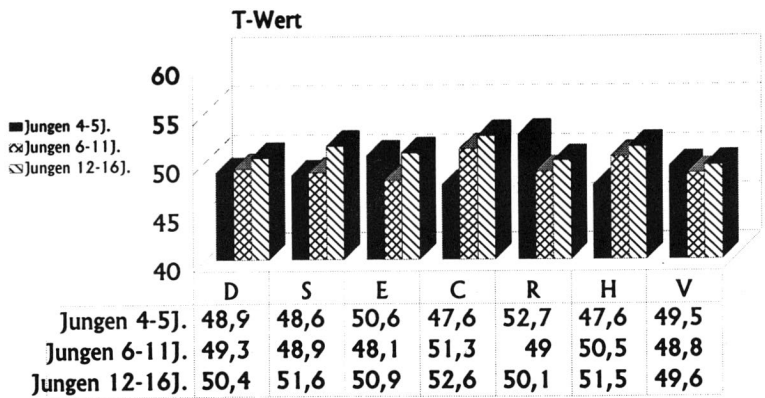


Abb. 18: Externalisierende Störungen der Mädchen

## Externalisierende Störungen (CBCL)

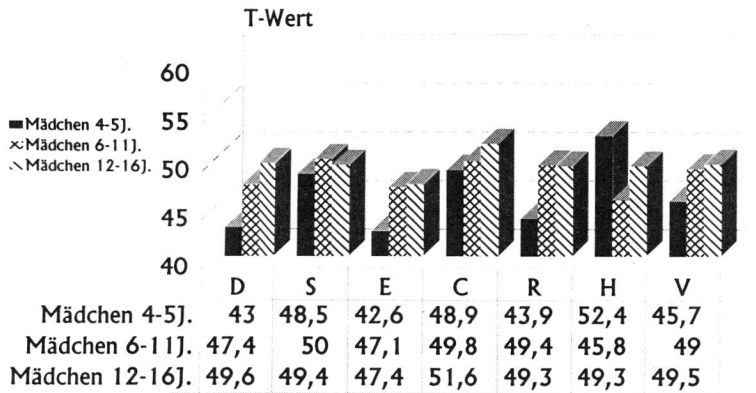


Abb. 19: Externalisierende Störungen der Jungen

## Externalisierende Störungen (CBCL)

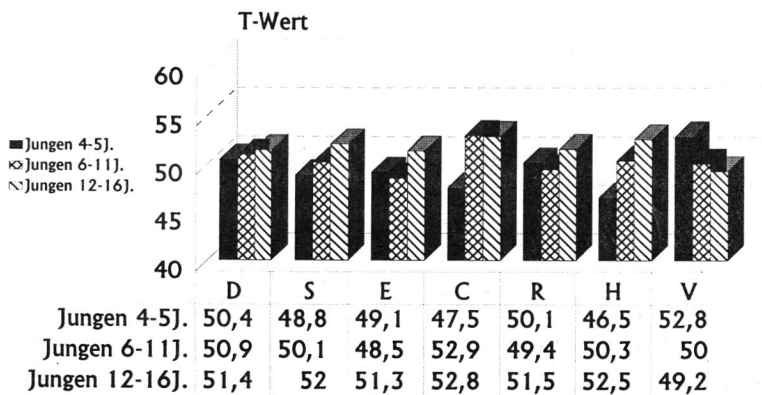


Abb. 20: Prävalenz nach Kriterium CBCL T-Werte  $\geq 70$

# Prävalenz psychischer Auffälligkeit

Kriterium: Gesamt-T-Wert  $\geq 70$

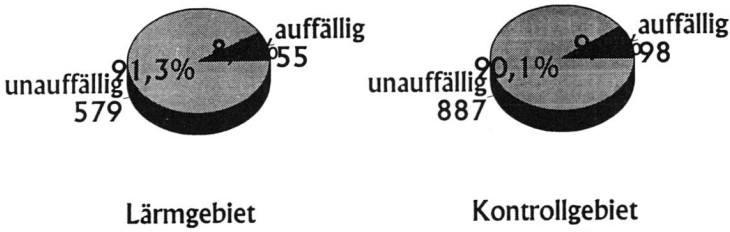
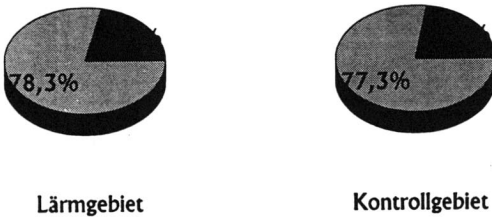


Abb. 21: Rate von Auffälligkeiten nach den für das gegenständliche Projekt gewählten Schwellenwerten von Gesamt-T-Wert  $\geq 60$  bzw.  $\geq 68$  für die einzelnen Faktoren von Verhaltensauffälligkeiten.

# Prävalenz psychischer Auffälligkeit

Kriterium: Gesamt-T-Wert  $\geq 60$  , Faktoren-T-Wert  $\geq 68$



Diese Häufigkeitsangaben gehen konform mit anderen Ergebnissen kinderpsychiatrischer, epidemiologischer Untersuchungen, insbesondere mit solchen aus ländlich - kleinstädtischen Gebieten, während die Untersuchungen in großstädtischen Industriegebieten etwas höhere Raten zeigen (POUSTKA, 1984; ESSER u. SCHMIDT, 1987).

### **Angaben zur Fluglärmbelastung im Interview (Angaben der 2. Untersuchungsstufe)**

Im folgenden wird auf die Antworten auf verschiedene Fragen zur subjektiv empfundenen Fluglärm-tätigkeit und subjektiven Beeinträchtigung eingegangen, und zwar getrennt nach Angaben der Eltern bzw. der Kinder.

Die Antworten zur geschätzten Anzahl von Flugzeugüberflügen differieren nach Angaben der Eltern erwartungsgemäß sehr stark nach den unterschiedlichen Fluglärmgebieten (s. Tab. 6). Dies ist wesentlich unklarer bei den Angaben der Kinder, vor allem was die Antworten betrifft, überhaupt kein Flugzeug bemerkt zu haben (s. Tab. 7). Dies kann eventuell als Anzeichen dafür interpretiert werden, daß die Wahrnehmung dieser Ereignisse nicht mehr bewußt erfolgt. Die nur an die Eltern gestellte Frage über die geschätzte Anzahl von Tiefstfliegern (Tab. 8) ist ebenfalls erwartungsgemäß unterschiedlich zwischen den zwei unterschiedlich lärmbelasteten Gebieten beantwortet worden.

Auf die Zusammenfassung der Fragen, welcher Lärm eine besondere Belastung nach Meinung der befragten Bewohner darstellt, geben die Eltern wiederum bedeutsame Unterschiede an, das heißt die Bewohner in den Gebieten mit weniger Fluglärm geben mit einer Häufigkeit von 21,7% an, überhaupt keinen Lärm zu verspüren (gegenüber 17,3 % der Bewohner aus den Gebieten mit hoher Fluglärmbelastung). Die Angaben der Kinder sind hier weitgehend identisch mit denen der Eltern (s. Tab. 10).

Die Tabellen 9 bzw. 10 beziehen sich auf das Ausmaß, in dem sich die Eltern bzw. Kinder durch verschiedene Lärmquellen bzw. den Fluglärm gestört fühlen. Hier finden sich wieder identische Angaben zwischen den Eltern und Kindern, allerdings ist die Anzahl der fehlenden Angaben (keinen Lärm vernommen zu haben, bzw. keine Angaben darüber machen zu können), sehr hoch.

Aus einer Reihe von Antworten auf verschiedene Fragen zur Einstellung zum Fluglärm (ob über den Fluglärm geschimpft wird, ob die Befragten der Meinung sind, daß die Gesundheit durch den Fluglärm beeinträchtigt wer-

den könnte, ob die Gesundheit der Kinder durch den Fluglärm gefährdet werde oder ob die sich die Eltern oder ihre Kinder durch den Fluglärm gestört fühlen), wurde eine Skala gebildet. Dabei waren nach der Häufigkeitsauszählung im Minimum 0 Punkte bis zu einem Maximum von 8 Punkten erreicht worden. 0 bis 1 Punkt wurden als keine bzw. kaum eine negative Einstellung bewertet, 2 bis 4 Punkte als etwas negative und 5 bis zum Maximum von 8 Punkten als eindeutig negative Einstellung bewertet. Die Unterschiede in der Tabelle 11 ergeben nach diesen Antworten seitens der Eltern ebenfalls eine höhere Belastung im Tieffluggebiet.

Zur Feststellung der Geräuschempfindlichkeit wurden verschiedene Fragen gestellt, zum Beispiel, ob sich die befragten Personen durch einen tropfenden Wasserhahn gestört fühlen, oder wenn ein Hund ständig bellt, ein Messer über den Teller kratzt, jemand eine Melodie falsch pfeift bis hin zum Arbeiten eines Preßlufthammers oder eines Türenschlagens. Die Angaben der Eltern als auch der Kinder über die einzelnen Geräuschquellen sind nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Gebieten. (In einem aufsummierten Index bezeichnen sich im Flugübungsgebiet der Area 2 19,3% der Eltern und 15,3% der Kinder als geräuschempfindlicher als andere Menschen; die Zahlen außerhalb der Area 2 dafür betragen 26,5 und 13,7%). Noch ausgeglichener, das heißt ohne erkennbare Unterschiede zwischen den verschiedenen Lärmgebieten sind dabei die Angaben der Kinder. Auf die generelle Frage über die Geräuschempfindlichkeit geben die Eltern identische Angaben, die Kinder differieren etwas bei völlig gleichbleibendem Trend im Vergleich zu den Angaben zur Geräuschempfindlichkeit bei einzelnen Lärmquellen.

Die letzten zwei Tabellen (12 und 13) beziehen sich auf Antworten zu einer Reihe von körperlichen Symptomen und Beschwerden, die mit dem Überflug von Tieffliegern nach der Meinung der Befragten in Zusammenhang stünden. Es wurde nach einer Reihe von Symptomen gefragt von Schweißausbruch über flauendes Gefühl im Magen bis hin zu Harn- oder Stuhldrang, Atembeschwerden, unwillkürlichen Bewegungen, weichen Knien, Herzbeschwerden, Ohrenbeschwerden usw.. Auch hier sind nach den Angaben der Eltern bzw. der Kinder keine Unterschiede zwischen den verschiedenen lärmbelasteten Gebieten festgestellt worden. Insgesamt fühlen sich 10,1 % aller Eltern sehr stark beeinträchtigt und geben entsprechend häufig Symptome an. In den höher lärmbelasteten Gebieten sind es 11,3 % gegenüber 9,3 % in den weniger lärmbelasteten Gebieten (die entsprechenden Ver-



gleichszahlen der Kinder: 6,4 % über allen, 8,7 % in den höher lärmbelasteten Gebieten gegenüber 4,9 % in den Gebieten mit geringer Lärmbelastung).

Tab. 6 Geschätzte Anzahl von Überflügen pro Woche durch die Eltern (schattierte Zeilen = Area 2)

Anzahl der Überflüge									
0		1-14		15-29		30-44		>45	
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
22		82		49		38		35	
	9,7		36,3		21,7		16,8		15,5
15		20		27		28		60	
	10,0		13,3		18,0		18,7		40,0

Chi-Quadrat=39,7, D.F.=4, p=.0000

Tab. 7 Geschätzte Anzahl von Überflügen pro Woche nach Angaben der Kinder (schattierte Zeilen = Area 2)

Anzahl der Überflüge									
0		1-14		15-29		30-44		>45	
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
66		90		46		12		12	
	29,2		39,8		20,4		5,3		5,3
57		35		24		14		20	
	38,0		23,3		16,0		9,3		13,3

Chi-Quadrat=19,4, D.F.=4, p=.0007

Tab. 8 Geschätzte Anzahl von Tiefstfliegern pro Woche nach Angaben der Eltern (schattierte Zeilen = Area 2)

Anzahl der Überflüge									
0		1-14		15-29		30-44		>45	
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
34		107		50		17			18
	15,0		47,3		22,1		7,5		8,0
18		44		39		21		28	
	12,0		29,3		26,0		14,0		18,7

Chi-Quadrat=20,6, D.F.=4, p=.0004

Tab. 9 Lärmbelästigung durch Fluglärm und anderen Lärm nach Angaben der Eltern (schattierte Zeilen = Area 2)

Kein Lärm		Nur Tieffluglärm		Tieffluglärm u. andere		nur and. Lärmquellen	
N	%	N	%	N	%	N	%
49		33		64		80	
	21,7		14,6		28,3		35,4
26		41		52		31	
	17,3		27,3		34,7		20,7

Chi-Quadrat=16,1, D.F.=3, p=.0011

Tab. 10 Lärmbelästigung durch Fluglärm und anderen Lärm nach Angaben der Kinder (schattierte Zeilen = Area 2)

Kein Lärm		Nur Tieffluglärm		Tieffluglärm u. andere		nur and. Lärmquellen	
N	%	N	%	N	%	N	%
26		34		95		71	
	11,5		15,0		42,0		31,4
23		19		87		21	
	15,3		12,7		58,0		14,0
49		53		182		92	

Chi-Quadrat=17,3, D.F.=3, p=.0006

Tab. 11 Einstellung zum Fluglärm (Angaben der Eltern) (schattierte Zeilen = Area 2)

keine negative Einstellung		etwas negative Einstellung		fühlt sich durch Fluglärm bedroht	
N	%	N	%	N	%
78		54		94	
	34,5		23,9		41,6
24		42		84	
	16,0		28,0		56,0

Chi-Quadrat=15,9, D.F.=2, p=.0003

Tab. 12 Angaben der Eltern über Klagen zu körperlichen Symptomen und Beschwerden nach Überflug eines Tieffliegers (schattierte Zeilen = Area 2)

bis 4 Symptome		5 - 8 Symptome		>8 Symptome	
N	%	N	%	N	%
158		47		21	
	69,9		20,8		9,3
95		38		17	
	63,3		25,3		11,3

n.s.

Tab. 13 Angaben der Kinder über Klagen zu körperlichen Symptomen und Beschwerden nach Überflug eines Tieffliegers (schattierte Zeilen = Area 2)

bis 4 Symptome		5 - 8 Symptome		>8 Symptome	
N	%	N	%	N	%
168		47		11	
	74,3		20,8		4,9
104		33		13	
	69,3		22,0		8,7

n.s.

## **Verhaltensmerkmale der Kinder**

### **Diagnosen nach DSM-III-Kriterien und Häufigkeit von Diagnosen nach Angaben der Eltern und Kinder**

Die Angaben der Eltern bzw. der Kinder über sich in den Interviews über psychiatrische Auffälligkeiten der Kinder können nach qualitativen (Diagnosen) und quantitativen (Schweregrade) Gesichtspunkten ausgewertet werden. Auf der einen Seite ergibt dies eine Zuordnung von möglichen Diagnosen nach den DSM-III-Kriterien, auf der anderen Seite können auch Schweregrade für über 30 verschiedene Symptomgruppen angegeben werden, die mit den diagnostischen Konstrukten korrespondieren.

Die Angaben der Eltern über das Verhalten von Kindern bzw. der Kinder über sich differieren häufig (POUSTKA, 1988), je nachdem, wie kritisch die Kinder ihren eigenen Problemen gegenüberstehen, wie sehr sie ihre Schwierigkeiten als Probleme verstehen und danach, wie die Eltern den Problemen der Kinder gegenüberstehen. Eine weitere Problematik besteht

darin, daß Eltern über die Gefühle und Mißstimmungen von Kindern nicht immer völlig im Bild sein können und Kinder hier mitunter wesentlich präzisere Angaben machen können wie schon eingangs erwähnt.

Die Interviews geben - ebenfalls entsprechend den Regeln der DSM-III - auch Mehrfachdiagnosen an. Ein Kind kann zum Beispiel ein überängstliches Verhalten und gleichzeitig eine Störung des Sozialverhaltens in erheblichem Ausmaß haben.

Nach Eltern- bzw. Kinderangaben ergibt sich für die in der zweiten Projektstufe untersuchten 376 Kinder folgende Verteilung: alleine nach Elternangaben hatten 73 Kinder insgesamt 85 mal eine Diagnosen erhalten, nur nach Angaben des Kindes war dies bei 41 Kinder 53 mal und in der Zusammenfassung (nach Angaben von Eltern oder von Kindern) erhielten insgesamt 118 Kinder 158 Diagnosen.

Einige Schwierigkeiten bereiten die Diagnosenzuordnungen "bipolare Störung, manisch" oder "manische Episode". In der Regel reichen hier die DSM-III-Kriterien für eine qualitative Zuordnung der Diagnosen bei Kindern nicht aus. Im Querschnitt ist eine diagnostische Differenzierung ausagierenden Verhaltens bei verschiedenen Störungen - auch bei starken phobischen Ängsten und Anpassungsreaktionen - schwierig (siehe zu dieser Problematik POUSTKA und ENGLERT, 1991). Sicherer und für die weitere Auswertung wertvoller sind daher die Schweregradausprägungen in einem zusammengefaßten Symptomscorewert, wie sie etwa auch in der Häufigkeitsverteilung der zusammengefaßten Angaben in der Darstellung des Histogramms (siehe weiter unten) deutlich werden.

In der Tabelle A1 im Anhang sind alle Diagnosen nach Angaben der Eltern bzw. Kinder unter Berücksichtigung der Mehrfachdiagnosen dargestellt. Darunter finden sich auch einige Diagnosen, obwohl sie anscheinend nicht vorkommen (mit der Häufigkeit "0"). Dies bedeutet, daß in den Interviews entweder nur einige wenige oder mehrere Symptome mit geringer Ausprägung angegeben wurden, die zwar zu einer entsprechenden diagnostischen Zuordnung hinführen, der Schweregrad liegt aber unterhalb einer klinisch bedeutsamen Schwelle. Diagnosen, die überhaupt nicht vorkamen, sind in der Tabelle nicht berücksichtigt worden, so daß die Numerierung (siehe auch Legende) nicht fortlaufend ist. Angaben zu Diagnosen, die nur von den Kindern nicht aber von den Eltern stammen, sind (mit einem \*) markiert. Dabei zeigt sich, daß (geringe) Anzeichen für das Vorliegen eines Paniksyndroms, einer Schizophrenie, einer affektiven Störung wie einer Manie

oder einer erheblichen Depression nur von den Kindern angegeben werden, aber keine eindeutig klinisch manifeste Ausprägung erreichen. Es ist, wie erwähnt, ganz typisch, daß Verstimmungszustände und Störungen mit einer hohen Verheimlichungstendenz (wie Bulimie oder auch Alkoholabhängigkeit) offensichtlich von den Jugendlichen eher angegeben werden können als von den Eltern.

Die Diagnosen stellen - um Mißverständnissen vorzubeugen, sei dies hier noch einmal wiederholt - keine Prävalenzangaben dar. Die Angaben beruhen ja auf der Untersuchung einer Population, die durch die Fragebogenuntersuchung der ersten Stufe durch Kinder und Jugendliche mit problematischem Verhalten "angereichert" wurde.

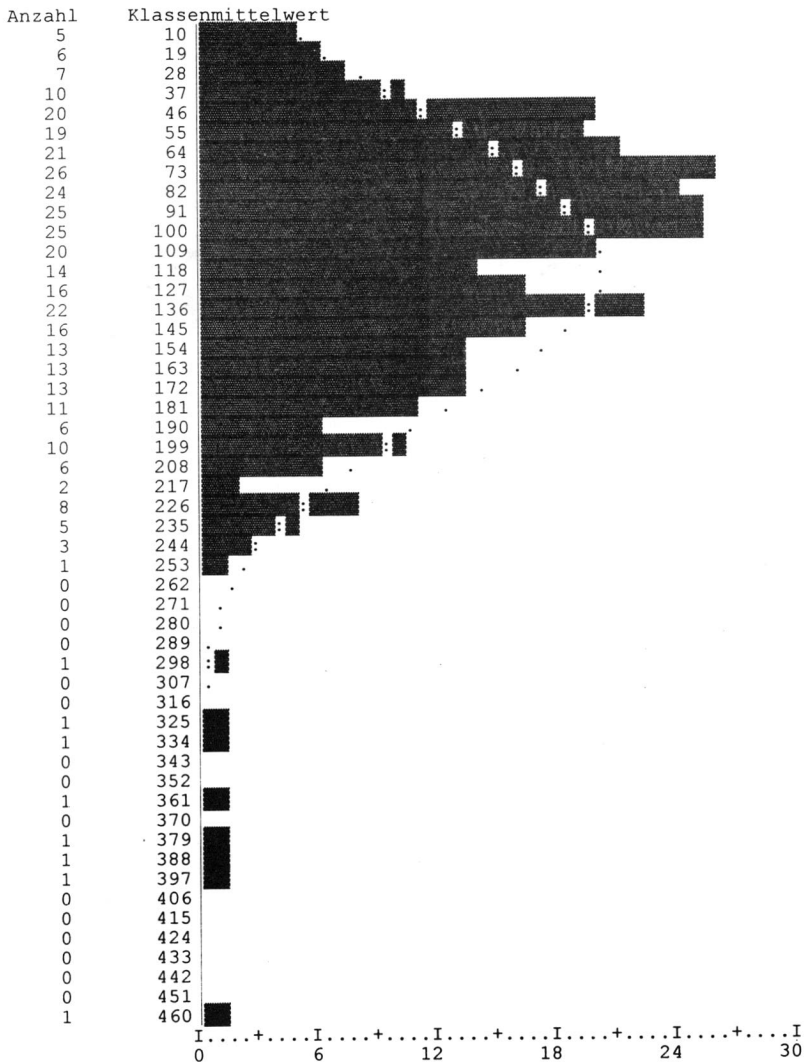
Als ein Beispiel für die Gebietsverteilung sei hier auf die funktionelle Enuresis eingegangen, da diese besonders sensibel ist für Streßeinwirkungen verschiedener und unspezifischer Art: die in der 2. Untersuchungsstufe identifizierten Kinder mit Enuresis waren in beiden Gebieten annähernd gleich häufig (5 Kinder innerhalb der Area 2 nässten danach noch ein (3,3%) gegenüber 7 außerhalb der Area 2 (3,1%)).

### **Symptomschweregrade über alle Kinder und Verteilung der Symptom-schwerescores und Diagnosen nach Gebiet**

Die Verteilung des kumulierten DISC-Gesamtsymptomscores findet sich in der folgenden Abbildung 22. Es ist eine leicht linksschiefe Verteilung mit einem geringen Einschnitt bei einem Schweregradscore von 118 zu erkennen. In Zusammenhang mit den statistischen Kennwerten der Verteilung legt dies nahe, eine Dichotomisierung in diesem Bereich zwischen "eindeutig gestört" und "nicht gestört" zu legen, falls eine solche Zuordnung für bestimmte Auswertungen erfolgen soll.

In den Abb. 23 und 24 sind die durchschnittlichen Symptomwerte der häufigsten Syndrome aller Kinder nach den Angaben in den Interviews mit den Eltern bzw. den Kindern in einer Gegenüberstellung entsprechend den verschiedenen Gebieten unterschiedlicher Lärmbelastung dargestellt. Diese mit den DSM-III-Diagnosen korrespondierenden Syndrome unterscheiden sich in den zwei Vergleichsgebieten nach Ausprägung des Schweregrads nicht - ähnlich wie die Angaben im Fragebogen der ersten Stufe. Es zeichnet sich also ab, daß eine psychische / psychosomatische Beeinträchtigung durch eine Lärmeinwirkung zumindestens nicht offensichtlich nachweisbar ist.

Abb. 22: Verteilung der DISC-Symptomscores



Mittelwert	117.1	Median	104.0	Modus	68.0
Varianz	4384.2	Standardabweichung	66.2		
Kurtosis	3.69	Schiefe	1.39		
N=375	Missing Cases=1				

Abb. 23: DISC-Symptomscores nach Angaben der Eltern

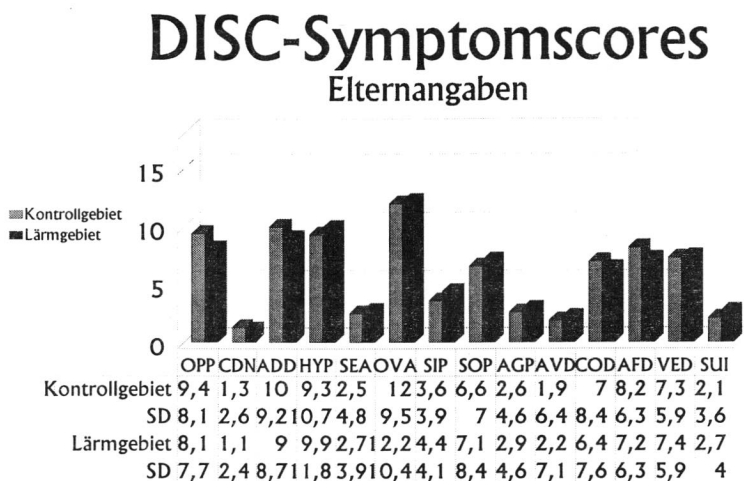


Abb. 24: DISC-Symptomscores nach Angaben der Kinder

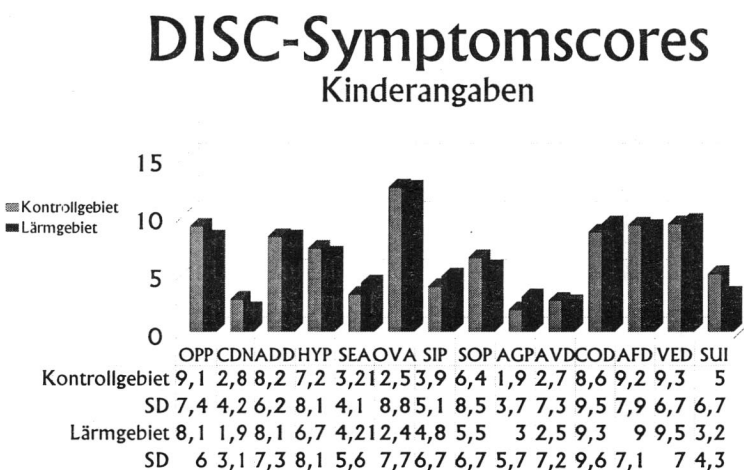
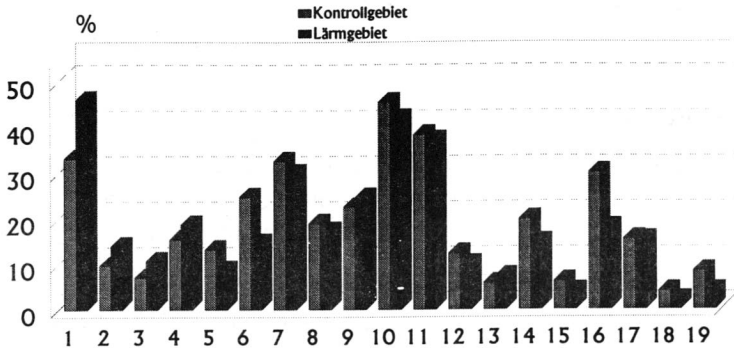


Abb. 25: Psychosoziale Hintergrundbelastung

## Häufigkeit psychosozialer Risikofaktoren



Legende siehe Tabelle 14

### Soziodemographische Merkmale: Sozioökonomischer Status und Arbeitslosigkeit

Der sozioökonomische Status der Eltern wird hier zusammengefaßt wiedergegeben, da die Schichtzugehörigkeit im Münsterland bei den untersuchten Familien recht ausgeglichen zu sein scheint. Siehe auch Abschnitt über Probandenauswahl.

Die Angaben entstammen aus den Fragebogen der Untersuchungsstufe 1, da dort eine detaillierte Angabe des Berufes erfragt wurde.

Die Orte unterscheiden sich etwas hinsichtlich der sozioökonomischen Statuszuordnung, so daß, wie in Tabelle 14 zu erkennen ist, die Orte der Gebiete mit höherer Lärmbelastung (also alle Orte innerhalb der Area 2 mit Ausnahme von Coesfeld) einen deutlichen Trend (am 5 %-Niveau signifikant) hinsichtlich eines etwas niedrigeren sozioökonomischen Status, verglichen mit dem weniger lärmbelasteten Gebiet, zeigten. Dies ist - um es vorweg zu nehmen - mit einer Ausnahme der einzige deutlichere Unterschied unter allen in diesem Kapitel behandelten, möglichen assoziierten psychosozia-



len Risikofaktoren, der zwischen den Gebieten gefunden wurde, und der einzige zum Nachteil des höher lärmbelasteten Gebiets.

Arbeitslosigkeit als Problem in den letzten 5 Jahren erlebt zu haben, gaben 11,4 % der befragten Familien an. Hier sind ebenfalls keine deutlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Gebieten zu erkennen. Herausragend ist der Ort Raesfeld (innerhalb der Area 2), in dem 26,7 % aller Befragten angaben, irgendwann in den letzten 5 Jahren arbeitslos gewesen zu sein und dies als Problem empfunden zu haben.

### **Familiäre Beziehungsstruktur**

Problematische Beziehungen zwischen den Eltern wurden in zweifacher Hinsicht erfragt: zum einen wurde zum Streit zwischen den Eltern gefragt, zum anderen weitere Fragen zu anderen Spannungen gestellt.

#### *Beziehungsprobleme der Eltern*

Hier wurde auf eine Reihe von Streitthemen eingegangen, zum Beispiel auf Streit wegen fehlender Gemeinsamkeiten. Weiterhin wurde gefragt, ob es bei Streitigkeiten zu Tätlichkeiten kam, ob langanhaltende Nachwirkungen festzustellen waren und anderes mehr. Es ist anzunehmen, daß die absolute Anzahl von Streitigkeiten kaum je sinnvoll erfragt werden kann. Ebenso ist aber anzunehmen, daß Häufigkeitsangaben heftiger Streitigkeiten unter allen befragten Familien relativ gut vergleichbar sind. Danach gaben 8,5 % aller befragten Eltern an, als Ehepaare häufiger Streit in der Partnerschaft zu haben.

Weiter werden Beziehungsprobleme der Erwachsenen als offene Spannungen oder Streitigkeiten behandelt. Dies betrifft zum Beispiel Ausführungen darüber, ob die Ehepartner etwas gemeinsam unternehmen, ob sie damit zufrieden sind, ob der Interviewpartner (also meistens die Mutter) häufig abends alleine ohne ihren Partner ist, ob sich der befragte Elternteil vom Partner eher unverstanden fühlt, Uneinigkeit wegen der Kindererziehung besteht, oder ob es andere Meinungsverschiedenheiten gibt, zum Beispiel wegen der Urlaubsplanung. Beziehungsprobleme wurden hier angenommen, wenn drei oder mehr Problembereiche angegeben wurden.

TABELLE 14 VERTEILUNG DER PSYCHOSOZIALEN SITUATIONEN (RISIKOFAKTOREN IN NEGATIVER AUSPRÄGUNG) UND ANDERER BELASTUNGSMERKMALE NACH GEBIETEN UNTERSCHIEDLICHER LÄRMBELASTUNG (ANGABEN IN %) \* = SIGN. AM 5%-NIVEAU,  $\chi^2$ -TEST)

Psychosoziale Situation	GEBIET mit		N
	wenig Lärm	viel Lärm	
1-Unt. Sozioökonom. Status	33.3	46.1	351*
2-Arbeitslosigkeit	9.7	14.0	376
3-Streit der Eltern	7.1	10.7	376
4-Beziehungsprobl. d. Erwachsenen	15.5	18.7	376
5-Negative Eltern-Kind Interaktion	13.3	8.7	376
6-Sorgen wg. problemat. Geschwister	24.8	14.7	376
7-Krankheit der Mutter	32.7	30.0	376
8-Somat. Beschwerden der Mutter	19.0	17.3	376
9-Krankheit des Vaters	22.6	24.7	376
10-Große Sorgen der Mutter	45.6	42.0	376
11-Große Sorgen des Vaters	38.5	37.3	376
12-Depression der Mutter	12.4	10.0	376
13-Depression des Vaters	5.8	7.3	376
14-Suchtgefährdung des Vaters	19.9	14.7	376
15-Strafdelikte der Eltern	6.2	4.0	376
16-Frühere Trennungsergebnisse	30.1	18.0	376*
17-Trennung d. Krh.-aufenthalt	15.5	15.3	376
18-Alleinerziehender Elternteil	4.0	2.0	376
19-Abweich. Fam.-verhältnisse	8.4	4.0	376

### *Strafende Beziehung gegenüber dem Kind*

Die Art der strafenden Beziehung gegenüber dem Kind wurde aufgrund von Fragen eingeschätzt wie zum Beispiel, ob dann, wenn das Kind schwierig ist und nicht gehorcht, zu härteren Strafen gegriffen wird, die dann beschrieben werden sollten. Die Antworten zu diesen Fragen unterscheiden ebenfalls nicht deutlich zwischen den verschiedenen lärmbelasteten Gebieten. Die Darstellung dieser Antworten erfolgt hier nur der Vollständigkeit halber: als ein von der Symptomatik des Kindes unabhängiger Belastungsfaktor ist eine Eltern-Kind-Streitbeziehung nicht verwertbar, da ein Streit der Eltern mit dem Kind ja häufig durch die Schwierigkeiten des Kindes zumindestens mitbedingt ist und deshalb nicht eindeutig als psychosozialer Risikofaktor bewertbar ist. Die Zuordnung einer feindseligen Ablehnung des Kindes bzw. Sündenbockzuweisung, wie dies zum Beispiel im Glossar zu den aktuellen abnormen psychosozialen Umständen des Kindes definiert wird (van

GOOR-LAMBO und Mitarbeiter, 1990), bedarf einer wesentlich langwierigeren und detaillierteren Fragestellung.

### *Belastung durch Probleme anderer Kinder in der Familie*

Ebenso wie zum vorigen Fragenabschnitt wurden hier keine detaillierteren Nachfragen über die verschiedenen Probleme der anderen Kinder in der Familie gestellt, jedoch waren ja sehr ausführliche Fragen zu Verhaltensproblemen des untersuchten Kindes den Eltern gegenüber gestellt worden. Es bestand deshalb die Hoffnung, daß eine weitere strukturierte Nachfrage nicht mehr notwendig war. Diesen und ähnlichen Fragen waren außerdem offene Fragen nachgeordnet, in denen eine freie Darstellung der Art der Probleme möglich war. Die Probleme der anderen Kinder konnten sich auf körperliche oder psychische Gesundheitsprobleme beziehen, auf Erziehungsprobleme oder Schulschwierigkeiten. Sie sind hier weiter nicht differenziert. Hier gab es einen deutlichen Unterschied zwischen den Gebieten zu Gunsten des weniger stark lärmbelasteten Gebiets. In den Orten innerhalb der Area wurden die Antworten im allgemeinen seltener bejaht; eine derartige Belastung wurde z. B. in Heiden nur mit 9,3 % angegeben - dort war auch mit etwas über 5 % die strafende Eltern-Kind-Beziehung ebenfalls am seltensten als problematisch angegeben worden.

### **Morbiditätsbelastung und Probleme der Eltern**

Es wurden hierzu Fragen über das Vorkommen von Krankheiten beider Elternteile gestellt, ferner über allgemeine Belastungen durch Sorgen, über das etwaige Vorhandensein depressiver Störungen sowie über eine mögliche Suchtgefährdung bzw. einen eventuellen Suchtmittelmißbrauch insbesondere auch des Vaters (der der Mütter wurde ebenfalls erfragt, wurde aber von diesen kaum geschildert) und schließlich bezüglich der Delinquenz der Eltern. Diese Angaben gehören zu den mittelbaren Risikofaktoren für das Kind. Die Wahrscheinlichkeit von davon abzuleitenden, unmittelbaren Erziehungseinwirkungen ist recht hoch, wie die entsprechende kinderpsychiatrische epidemiologische Forschung zeigt (siehe einleitende Kapitel dazu).

### *Angaben zu Krankheiten und Belastungen der Eltern*

Das Vorliegen von bedeutsamen, ernster zu nehmenden Erkrankungen der Mutter bzw. des Vaters wurde dann angenommen, wenn ein Elternteil angab, mehr als sechsmal im letzten Jahr beim Arzt gewesen zu sein bzw. mindestens einmal im Krankenhaus. Zusätzlich wurde der Mutter die Beschwerdeliste nach v. ZERSSSEN (von ZERSSSEN, Beschwerdeliste, Manual, Beltz, Weinheim, 1976) vorgelegt. Die Beschwerdeliste dient zur quantitati-

ven Einschätzung subjektiver Beeinträchtigung durch überwiegend körperliche und allgemeine Beschwerden. Ein hoher Beschwerdewert wurde angenommen, wenn mindestens 40 von den vorkommenden 72 Punkten erreicht wurde (Überschreitung des Medianwertes entsprechend den vorliegenden Häufigkeitsangaben). Unterhalb dieses Wertes, bis mindestens 28 Punkte, wurde ein mittlerer Beschwerdewert angenommen. Die Angaben in der Beschwerdeliste stimmten annähernd mit den Angaben zu den Krankheiten überein, wenn man die mittleren und häufigen Angaben zu den Krankheiten zusammenzählt. Über die (meist von den Müttern berichteten) Krankheiten des Vaters wurden Angaben in geringerer Häufigkeit als über die Krankheiten der Mütter gemacht. Insgesamt finden sich hier ebenfalls keinerlei gebietsbezogenen Unterschiede. Ortsbezogen fallen die relativ hohen Angaben zur Krankheit der Mütter mit 40 % in Raesfeld auf, die ebenfalls mit den Angaben nach der Beschwerdeliste konform gehen. Die Angaben zu Krankheiten des Vaters sind zwischen den verschiedenen Orten eher ausgeglichen, hier ragt Velen mit insgesamt 33 % etwas heraus.

### *Allgemeine Belastung durch Sorgen*

Die Fragen zur Sorgenbelastung der Eltern wurde eher offen gestellt, das heißt es wurde keine bestimmte Antwort vorgegeben, es bestand aber eine Nachfragemöglichkeit durch die Interviewer. Diese eher unspezifischen Fragen wurden sehr häufig mit ja beantwortet. Es sind ebenfalls keine Tendenzen in Richtung einer deutlichen Unterscheidung zwischen den verschiedenen Gebieten zu erkennen.

### *Angaben zu depressiven Störungen*

Zu diesem Kapitel wurden Fragen zur depressiven Verstimmung gestellt, ob an Suizidversuche gedacht wurde, diese vorbereitet oder durchgeführt wurden und ob bestimmte Mittel vor dem Schlafengehen eingenommen werden. Wenn mehr als zwei entsprechende Symptome angegeben wurden, wurde eine deutliche, bei weniger als zwei Angaben eine leicht depressive Verstimmung angenommen. Analoge Fragen wurden auch zur etwaigen depressiven Verstimmung des Vaters gestellt. Insgesamt gaben die Mütter häufiger an, unter depressiven Verstimmungen zu leiden, als die (meist indirekt befragten) Väter. Auch hier waren einzelne deutlich ortsbezogene Schwankungen zu erkennen (in den Orten Heiden bzw. Coesfeld wurden mit ca. 5 % die geringsten Angaben zu depressiven Verstimmungen der Mütter wie auch der Väter gemacht).

### *Angaben zur Suchtgefährdung / Mißbrauch (Vater)*

Eine Suchtgefahr im Sinne eines Alkoholmißbrauchs oder eine Alkoholabhängigkeit wurde dann angenommen, wenn die regelmäßige, tägliche Trinkmenge mehr als 40 Gramm Alkohol (durch entsprechende Beispiele von Trinkmengen verschiedener Alkoholika dargestellt) betrug (bei unregelmäßigem Trinken wurde Alkoholmißbrauch dann gewertet, wenn die Alkoholmenge deutlich über 40 Gramm lag). Die entsprechenden Angaben für die Mütter erbrachten keine sicheren oder sehr unbedeutende Hinweise für eine Suchtgefährdung. Den Antworten entsprechend schienen 17,8 % der Väter alkoholgefährdet zu sein. Die höchsten Werte ergaben sich dabei für die Orte Drensteinfurt mit 26 % und Coesfeld mit 23 %, die geringsten Werte für Everswinkel mit 9 %. Insgesamt unterschieden sich die Gebiete nach Lärmbelastung entsprechend diesen Angaben wiederum nicht deutlich voneinander.

#### *Angaben zur Delinquenz der Eltern*

Ein relativ geringer Prozentsatz der Eltern gab an, strafbare Delikte begangen zu haben. Hier wurden nur jene Delikte gewertet, die keine geringen (zum Beispiel einfache Verkehrs-) Delikte waren, sondern mindestens zu einer Verurteilung zu Gefängnis auf Bewährung oder zu höheren Geldstrafen (ab DM 3.000,--) geführt hatten. Innerhalb der Orte waren die Unterschiede dazu gravierend: während in Drensteinfurt 10,9 % aller Befragten entsprechende Delikte angaben, waren dies in Sendenhorst nur 1,7 %. Die gebietsbezogenen Unterschiede sind gering und nicht von statistischer Bedeutung.

#### **Lebensumstände des Kindes**

##### *Lebensereignisse aus der Vorgeschichte*

Trennungserlebnisse des Kindes von primären Bezugspersonen, vor allem wiederholte Trennungserlebnisse durch Krankenhausaufenthalte des Kindes, stellen einen unmittelbaren Risikofaktor dar, der sich allerdings nicht so sehr auf die Trennungssituation an sich bezieht, sondern auf die Umstände, die während der Trennung des Kindes auf es einwirken. Diese Risikofaktoren, insbesondere wiederholte Krankenhausaufenthalte, sind in der kinderpsychiatrischen Literatur wiederholt dargestellt worden (QUINTON und RUTTER, 1976). Bewertet wurde hier im folgenden die Trennung des Kindes von einer wichtigen Bezugsperson in den letzten 5 Jahren bzw. ein mehr als einmaliger Krankenhausaufenthalt des Kindes von mindestens einer Woche Dauer. Während 1/4 aller Kinder in beiden Gebieten Trennungen von wichtigen Bezugspersonen hatten, war nur ca. 1/6 mindestens zweimal

im Krankenhaus gewesen. Dabei waren Trennungserlebnisse bei den Kindern in den Gebieten mit geringerer Lärmbelastung häufiger, die Angaben verfehlen knapp eine statistische Signifikanz am 1%-Niveau. Die Krankenhausaufenthalte verteilen sich hingegen sehr gleichmäßig über beide Gebiete.

#### *Abweichende Elternstruktur / unvollständige Familie*

Alleinerziehende Eltern kamen insgesamt nur bei 12 der befragten Familien vor (3,2 %). Ebenso selten waren in beiden Gebieten abweichende Familienverhältnisse, zum Beispiel daß das Sorgerecht den Eltern entzogen wurde, oder daß das Kind bei Pflegefamilien aufwuchs bzw. über größere Zeiträume nicht in der Familie aufgewachsen war.

#### **Zusammenhang zwischen psychosozialer Hintergrundbelastung und psychischer Auffälligkeit**

Vergleicht man Kinder, die keinem oder nur einem der oben angeführten Belastungsfaktoren ausgesetzt sind, mit Kindern, die zwei oder mehr Belastungsfaktoren ausgesetzt sind, in ihrer psychischen Auffälligkeit, so zeigen sich vor allem nach Angaben der Eltern hochsignifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen (Tabelle 15). Wie bedeutsam die von uns erfaßten psychosozialen Belastungsfaktoren für die Erklärung von psychischen Störungen sind, läßt sich unter anderem auch daran erkennen, daß sowohl nach Eltern- als auch nach Kinderangaben in keinem der in Tabelle 15 aufgeführten Vergleiche die Gruppe der Kinder mit niedriger Hintergrundbelastung einen höheren Symptomscore aufweisen als die Gruppe mit hoher Belastung. Dies trifft sowohl für ausagierende Störungen wie auch für Angst- und depressive Störungen zu.

Tab. 15: DISC-Symptomscores bei unterschiedlicher Hintergrundbelastung (niedrig=weniger als 2 Belastungen, hoch=2 oder mehr Belastungen)

	Kinderangaben			Elternangaben		
	niedrige	hohe		niedrige	hohe	
	Belastung			Belastung		
N=	115	115	sig.	115	115	sign.
Oppositionelles Verhalten	8,2	8,9		7,1	10,5	***
Verhaltensstörungen (nicht aggr.)	2,2	2,7		1,0	1,6	**
Aufmerksamkeitsstörungen	6,7	9,5	***	8,0	11,9	***
Hyperaktivität	6,5	7,4		7,6	12,1	***
Trennungsangst	3,4	3,6		1,8	3,7	***
Überängstlichkeit	12,1	13,0		9,5	15,8	***
Einfache Phobie	3,4	5,1	*	3,5	4,5	**
Soziale Phobie	4,8	7,4	**	5,8	8,7	***
Agoraphobie	1,7	3,1	*	2,3	3,3	*
Angstsyndrom mit Vermeidungsverh.	2,4	2,8		1,9	2,2	
Kognitive Depression	7,5	10,5	*	5,3	8,8	***
Affektive Depression	8,3	10,1		6,3	9,4	***
Vegetative Depression	8,2	10,3		6,5	8,4	**
Selbstmordgedanken	3,8	4,7		1,9	2,9	**
Gesamt-Symptomscore	95,0	120,5	**	70,5	110,5	***

\*\*\* =  $p \leq .001$

\*\* =  $p \leq .01$

\* =  $p < .05$

### **Individuelle Merkmale des Kindes**

Individuelle Merkmale des Kindes werden hier im Hinblick auf die Ergebnisse der neurologisch-motorischen, der psychophysiologischen und der testpsychologischen Untersuchungen beschrieben.

### **Neurologische Auffälligkeiten**

Die Art der neurologischen Untersuchung kann dem Untersuchungsbogen im Anhang entnommen werden. Die Bewertung erfolgte getrennt nach Alter, und zwar in den drei Altersstufen 4- bis 5-Jährige / 6- bis 11-Jährige / 12- bis 16-Jährige. Insgesamt waren nach diesen Untersuchungen in beiden Gebieten sehr wenig Kinder deutlich auffällig.

Tab. 16 Neurologisch - motorische Auffälligkeiten des Kindes (Zeilen mit Schattierung beziehen sich auf das Tiefflug-Übungsgebiet)

Auffälligkeiten							
Keine		wenige		deutliche		gravierende	
N	%	N	%	N	%	N	%
185		36		5			
			15,9		2,2		
119		24		3		4	
	79,3		16,0		2,0		2,7

n. S.

### Ergebnisse der Messung des intellektuellen Verhaltens

Die durch einen weitgehend bildungsunabhängigen, wortfreien Intelligenztest ermittelten Werte entsprechen einer Normalverteilung in der Bevölkerung und damit den Erwartungen. Es finden sich hier ebenfalls keine gebietsbezogenen Unterschiede. Noch ausgeglichener sind die Verhältnisse, wenn bei diesen Testungen bei den Schulkindern die Schulstandardwerte herangezogen werden. Die Anzahl der fehlenden Probanden ergibt sich vorwiegend aus der Zahl der Vorschulkinder.

Tab. 17 Verteilung der Intelligenz-Quotienten nach Gebieten (CFT 1 bzw. CFT 20; Zeilen mit Schattierung beziehen sich auf das Tiefflug-Übungsgebiet)

CFT-IQ-Wert							
< 85		85-99		100-115		>115	
N	%	N	%	N	%	N	%
24		92		72		38	
	10,6		40,7		31,9		16,8
11		53		58		28	
	7,3		35,3		38,7		18,7

n. S.



Tab. 18 Verteilung der Intelligenz-Schulstandardwerte nach Gebieten (CFT 1 bzw. CFT 20; Zeilen mit Schattierung beziehen sich auf das Tiefflug-Übungsgebiet)

CFT-IQ-Schulstandardwert							
< 85		85-99		100-115		>115	
N	%	N	%	N	%	N	%
19		86		65		30	
	9,5		43,0		32,5		15,0
15		53		47		21	
	11,0		39,0		34,6		15,4

n.s.

Anzahl fehlender Probanden = 40

### Ergebnisse psychophysiologischer Untersuchungen

Die psychophysiologischen Untersuchungen können Hinweise liefern auf eine erhöhte Belastung des Vegetativums, die sich in vielfältigen Funktionsstörungen äußern kann, ohne daß eine somatisch nachweisbare Erkrankung vorliegen muß. Da diese Werte stark altersabhängig sind, dürfen wegen der nicht genau gleichen Alterstruktur der Kinder in den sieben Orten die hier angegebenen Mittelwerte nur mit Vorbehalt interpretiert werden. Im Rahmen der Zusammenhangsanalysen werden alterskorrigierte Werte angegeben. Die Ergebnisse der psychophysiologischen Messungen dienen als abhängige Variable, die im Zusammenhang mit den verschiedenen Belastungswerten bzw. mit den Einflüssen der Tieffluglärmtätigkeit analysiert werden müssen.

Die systolischen Blutdruckwerte sind in den verschiedenen Altersbereichen zwischen den Gebieten relativ ausgeglichen. Dies geht konform mit anderen Untersuchungen, beispielsweise mit den in Kapitel 2.1 diskutierten Forschungsergebnissen von STANSFELD und Mitarbeiter, 1985a. Die diastolischen Blutdruckwerte sind signifikant unterschiedlich zwischen den sieben Orten, ein deutlicher Gebietseffekt ist jedoch nicht zu erkennen.

Abb. 26: Mittlerer Systolischer Blutdruck

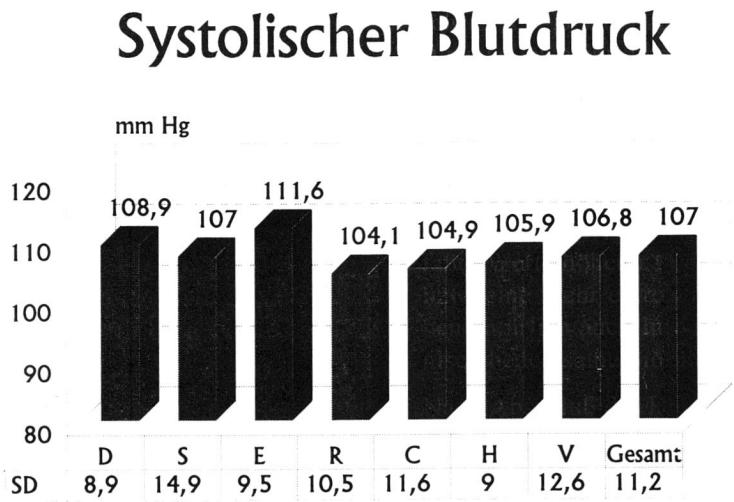
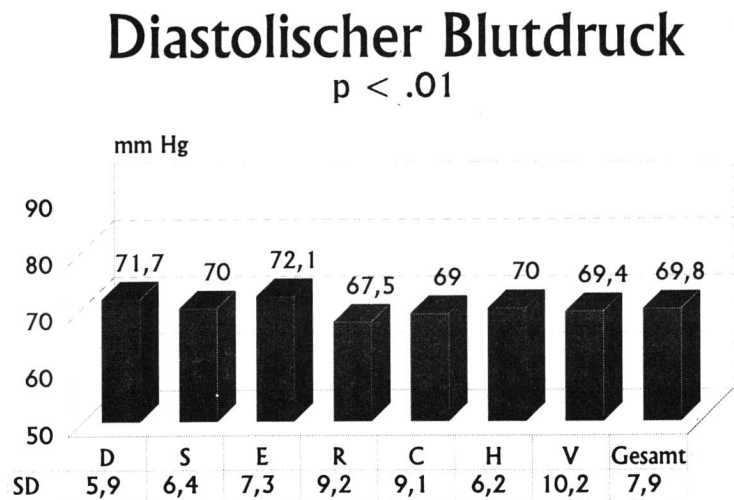


Abb. 27: Mittlerer Diastolischer Blutdruck



Bei den Abbildungen 28-31 ist jeweils zu erkennen, daß die Werte der jeweiligen Parameter im Ort Heiden (Tieffluggebiet) deutlich erhöht sind. Auch die signifikanten Differenzen in den Parametern Herzschlagvarianz ( $p < .01$ ) und Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit ( $p < .05$ ) sind vor allem auf die erhöhten Werte in Heiden, dem Ort mit den höchsten Pegelanstiegsgeschwindigkeiten, zurückzuführen (siehe Abbildung 5). Dieser Befund steht im Einklang mit der vermehrten Zahl von körperlichen Reaktionen auf Überflüge, wie sie von den Kindern in Heiden berichtet werden (siehe Tabelle 28).

Der Vergleich der Muskelspannung zwischen den sieben Orten zeigt ein sehr ausgeglichenes Bild (Abbildung 32). Die Unterschiede in der Kopfbewegungsaktivität sind sehr uneinheitlich und wegen der zum Teil extrem hohen Varianzen kaum zu interpretieren (Abbildung 33).

Abb. 28: Mittlere Herzfrequenz in den 7 Orten

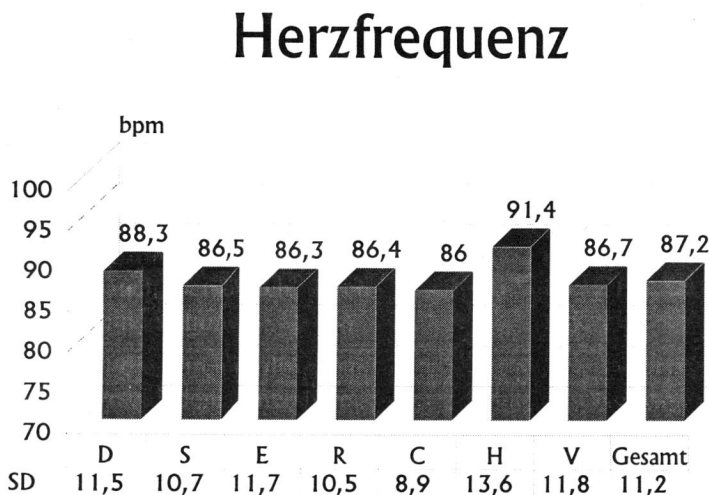


Abb. 29: Mittlere Herzschlagvarianz in den 7 Orten

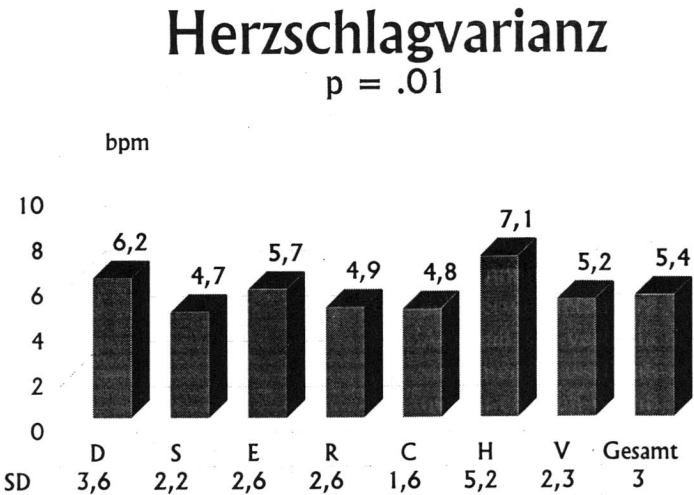


Abb. 30: Mittleres Hautleitfähigkeitsniveau in den 7 Orten

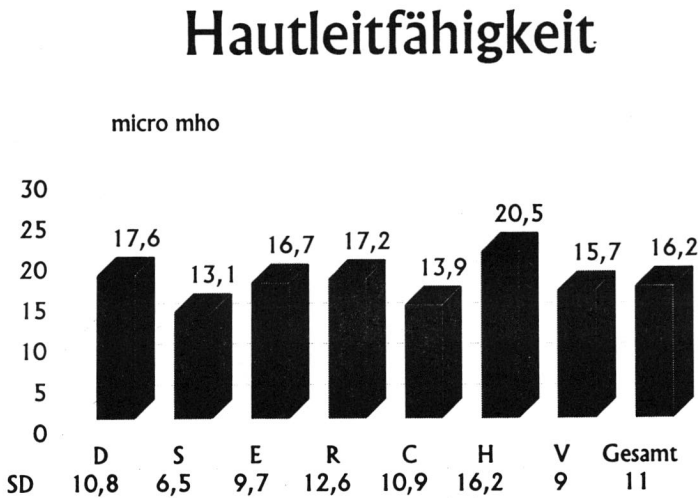


Abb. 31: Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit in den 7 Orten

## Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit

$p < .05$

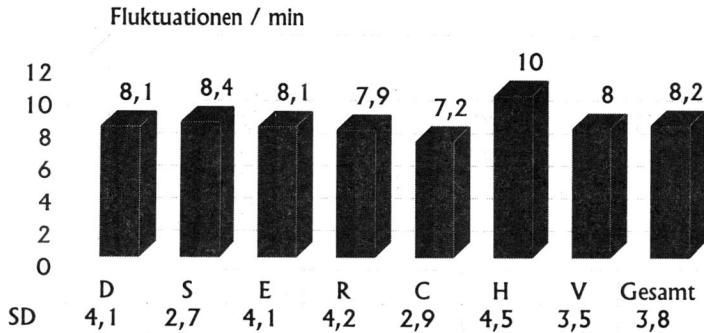


Abb. 32: Mittlere Muskelspannung in den 7 Orten

## Muskelspannung

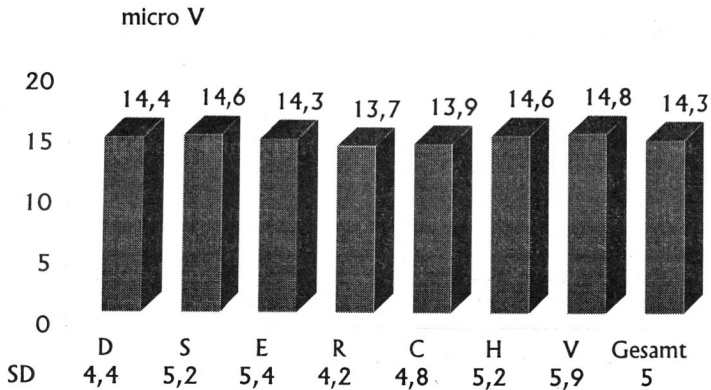
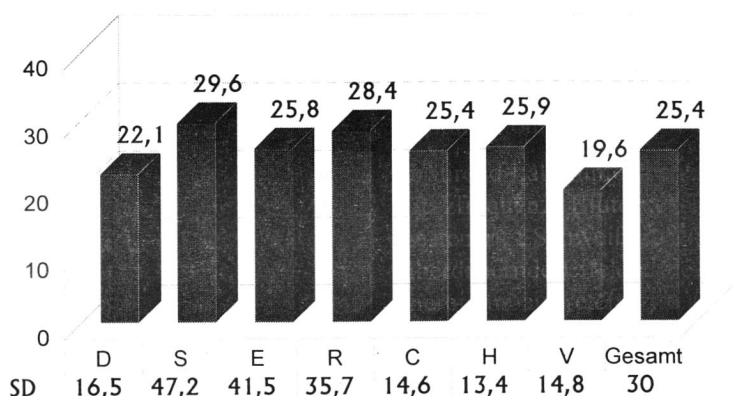


Abb. 33: Mittlere Muskelspannung in den 7 Orten

# Kopfbewegungen



## Zusammenfassung

Die Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen in Essen hat in allen Orten, in denen die Untersuchung durchgeführt wurde, im Jahre 1986 und stichprobenmäßig in zwei Orten im Jahre 1987 umfangreiche Untersuchungen der Geräuschmessung tieffliegender Militärflugzeuge durchgeführt. Die wichtigsten Kennwerte wie die Anzahl der Maximalpegel oder auch die energetischen Mittelwerte aller errechneten Tagesmittelungspegel zeigen dabei eine enge Beziehung zu den mittleren Ereignishäufigkeiten pro Tag und Ort, so daß diese mittlere Ereignishäufigkeit als Kennzeichen für die Lärmbelastung der einzelnen Orte verwendet werden kann. Danach sind die Orte mit hoher Lärmbelastung deutlich zu unterscheiden von den Orten mit geringer Lärmbelastung. Zu den Orten mit hoher Lärmbelastung zählen Raesfeld, Heiden und Velen, die innerhalb des Tieftstfluggebietes der Area 2 liegen - zu den Orten mit geringerer Lärmbelastung die außerhalb der Area 2 liegenden Orte Drensteinfurt, Sendenhorst und Everswinkel. Coesfeld, das zwar innerhalb der Area 2 liegt, als Stadt aber im Tieftstflug nicht überflogen werden darf, hat auch eine deutlich geringere Lärmbelastung als die anderen Orte der Area 2 und wird deshalb zu den

Orten mit geringerer Lärmbelastung für die weitere Darstellung der Untersuchungsergebnisse gezählt.

Sodann werden die Ergebnisse der ersten Untersuchungsstufe dargestellt. In dieser ersten Stufe wurden kurze Angaben zur Fluglärmbelastung, zur sozialen Kompetenz und zur Verhaltensauffälligkeit der Kinder erfragt. Die Schätzungen über die Fluglärmbelastigung in den einzelnen Orten der befragten Einwohner gehen im wesentlichen mit den Lärmmessungen konform bzw. in die erwarteten Richtungen. Ebenfalls parallel zu den Fluglärmmessungen gehen die subjektiven Einschätzungen über die Konstanz der Tiefflugtätigkeit. In diesen Überblicksuntersuchungen werden außerdem von Seiten der befragten Einwohner keine deutlichen Unterschiede in der Einschätzung der eigenen Lärmempfindlichkeit angegeben.

Die Ergebnisse der Antworten zu den Fragen über die soziale Kompetenz der Kinder ergeben geringfügige Schwankungen. Dies zeigt aber kein einheitliches Muster, das die verschiedenen lärmbezogenen Gebiete eindeutig unterscheidet. Diese Angaben zur sozialen Kompetenz bzw. Probleme des sozialen Verhaltens wurden nicht als Auswahlkriterium für die Untersuchung der zweiten Stufe verwandt. Dies geschah vielmehr mit Hilfe desjenigen Teils der Ergebnisse des CBCL-Fragebogens, der verschiedene Verhaltensaspekte der Kinder erfragt. Dabei zeigt sich, daß, wenn man die von den Autoren des Fragebogens vorgeschlagenen Schwellenwerte für klinisch bedeutsame Verhaltensprobleme anwendet, 9,5 % aller Kinder auffällig wären. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Gebieten hoher bzw. niedriger Lärmbelastung ergibt sich mit 9,9 gegenüber 8,7 % (im stärker lärmbelastetes Gebiet) nicht. Zum Zwecke der Auswahl von Kindern für die zweite Untersuchungsstufe wurde der Schwellenwert etwas geringer gewählt. Aus der Gesamtpopulation wurden sodann zwei Stichproben nach Gebiets- und Altersquotierung bzw. den Auffälligkeits-Schwellenwerten und nach Zufall gezogen (randomisierte Quotenstichprobe). Ein Teil der Stichprobe lag nach den Ergebnissen des Fragebogens über den von uns gewählten Schwellenwerten für auffälliges Verhalten ein anderer Teil unter diesen Schwellenwerten.

Bei Verwendung des niedrigeren Schwellenwerts waren 22,3 % aller Kinder auffällig (rund 23 % in den Gebieten mit wenig Lärm gegenüber rund 22 % der Kinder in den Gebieten mit höherer Lärmbelastung). Nach diesen Ergebnissen war bereits vorauszusehen, daß, abhängig von der Gültigkeit des Fragebogens, eine deutlich gebietsbezogene Ungleichverteilung der Auffälligkeiten nicht zu erwarten war.

Der zweite Teil dieser Untersuchung in der Wohnung der Familien zeigt folgende Ergebnisse: die Angaben der Eltern zu der geschätzten Anzahl von Flugzeugüberflügen differieren wiederum erwartungsgemäß sehr stark zwischen den unterschiedlichen Fluglärmgebieten. Dies ist wesentlich unklarer bei den Angaben der Kinder, vor allem, weil diese häufiger als die Eltern meinten, kein oder kaum ein Flugzeug bemerkt zu haben. In den zwei Gebieten unterschiedlicher Fluglärmbelastung geben Eltern und Kinder eine ähnliche Häufigkeit von Lärmempfindlichkeit, auch gegenüber anderen Lärmquellen, an.

Auch die Angaben der Eltern über Klagen zu körperlichen Symptomen und Beschwerden nach Überflug eines Tieffliegers werden gebietsbezogen ähnlich häufig angegeben: in den Gebieten mit geringerer Tiefflugbelastung werden in 9,3 % eine höhere Anzahl von Symptomen berichtet, in den Gebieten mit höherer Lärmbelastung waren es demgegenüber 11,3 % aller befragten Eltern. Auch die Angaben der Kinder über sich differieren hier nicht deutlich.

Die mit Hilfe des ausführlichen Interviews der Eltern über die Kinder bzw. der Kinder über sich erhobenen Verhaltensmerkmale führten zu Angaben sowohl über die Art der Störungen als auch über die Quantität, das heißt die Ausprägung des Schweregrads des gestörten psychischen / psychosomatischen Verhaltens. Die durchschnittliche Ausprägung dieser Symptomschweregrade über alle Kinder nach einzelnen diagnostischen Zuordnungen zeigt keine erkennbare Differenz zwischen den verschiedenen Gebieten, und zwar sowohl nach Angaben der Eltern als auch der Kinder über sich.

Schließlich wurden eine Reihe weiterer Merkmalen der Familie erhoben, die als Indikatoren für psychosoziale Risiken für das psychische Verhalten von Kindern gelten können. Diese wiederum können möglicherweise auch Effekte einer Lärmeinwirkung auf die psychische Stabilität von Kindern verdecken.

Derartige Indikatoren oder Belastungsfaktoren waren soziodemographische Merkmale der Familien, bestimmte familiäre Beziehungsstrukturen, Krankheitsbelastungen und andere Probleme der Eltern und einige Lebensumstände und individuelle Merkmale des Kindes (einschließlich neurologischer bzw. testpsychologisch erfaßter Störungen). Dabei gab es einen - auf dem 5 %-Niveau signifikanten - Unterschied im sozioökonomischen Status zwischen den lärmbezogenen Gebieten (vermehrt niedrigerer sozioökonomischer Status in den Gebieten mit hoher Lärmbelastung) und einen weiteren



in Bezug auf frühe Trennungserlebnisse des Kindes (gehäuft im Gebiet mit niedrigerer Lärmbelastung). Mit diesen zwei (in der Belastungsrichtung gegenläufigen) Ausnahmen zeigten alle sonstigen Belastungsfaktoren keine deutliche, überzufällige Ausprägung zugunsten eines der zwei unterschiedlich lärmbelasteten Gebiete.

Wie in früheren Untersuchungen zeigen sich auch in dieser Studie die psychosozialen Risikofaktoren sehr bedeutsam für die Aufklärung von psychischen Störungen. Vergleicht man die Ergebnisse des DISC-Interviews, zeigen sich nach Angaben der Eltern bei fast allen Syndromen hochsignifikant höhere Werte bei den Kindern, die zwei oder mehr Risikofaktoren ausgesetzt waren. Nach Angaben der Kinder über sich selber zeigt sich der gleiche Trend, aber die Differenzen sind nur teilweise signifikant. Diese Vergleiche zeigen, daß unter den von uns erfaßten Umwelteinflüssen diejenigen aus dem psychosozialen Umfeld der Kinder eine überragende Bedeutung für das Ausmaß von psychischen Störungen bei Kindern und Jugendlichen haben.

Die Ergebnisse der psychophysiologischen Messungen (Blutdruck, Herzfrequenz, Herzschlagvarianz, Muskelaktivität, Hautleitfähigkeit und Muskelspannung) sind im direkten Vergleich der sieben Orte uneinheitlich und wegen der fehlenden Alterskorrektur nur eingeschränkt zu interpretieren. Wegen der Notwendigkeit einer differenzierteren Betrachtungsweise werden sie im nachfolgenden Kapitel über die Zusammenhangsanalysen gesondert dargestellt.

## **Analyse und Interpretation der Zusammenhänge**

Im folgenden wird auf vier Punkte näher eingegangen: Erstens werden zunächst die subjektiven Angaben zum Fluglärm den objektiven Messungen durch die Landesanstalt für Immissionsschutz gegenübergestellt. Danach wird zweitens noch einmal zusammenfassend auf die möglichen Einwirkungen von Nichtteilnehmern an der Untersuchung eingegangen. Sodann werden drittens die wesentlichen Belastungen durch die psychosozialen Risikofaktoren dargestellt und auf die Beziehung zwischen objektiven und subjektiven Angaben zur Fluglärmtätigkeit unter Berücksichtigung der psychosozialen Belastungsfaktoren eingegangen und diese auch in Beziehung zu den psychischen Verhaltensauffälligkeiten gesetzt. Letzteres soll Aufschluß darüber geben, ob unter der Voraussetzung, daß die psychosozialen Risikofaktoren aus der unmittelbaren Umgebung des Kindes gleichgehalten werden, Effekte einer Fluglärmeinwirkung angenommen werden können. Diese Analyse wird vor allem im Vergleich zwischen den Extremgebieten deutlich unterschiedlicher Fluglärmbelastung durchgeführt, um der Frage nachzugehen, ob besondere Belastungen (bestimmte psychopathologische Auffälligkeiten, gefährdende Faktoren für die psychische Stabilität von Kinder und psychophysiologische Merkmale) eine Vulnerabilität für ganz bestimmte Ereignisse - in diesem Fall auf militärische Tiefflugübungen - veranschaulichen lassen.

Sodann werden viertens in ähnlicher Weise die Ergebnisse der psychophysiologischen Messungen in bezug auf die verschiedenen Altersgruppen, psychischen Auffälligkeiten, Lärmeinwirkungen und Belastungsfaktoren analysiert, um abschätzen zu können, inwieweit eine Einwirkung durch militärischen Tieffluglärm plausibel ist.

### ***Zu den Zusammenhängen zwischen subjektiven Angaben zur Tieffluglärmbelastung und objektiven Angaben der Tiefflugtätigkeit***

Hier ist zu erkennen, daß eine geringe, wenn auch deutliche Korrelation zwischen der Einschätzung der Eltern und der objektiven Messung durch die Landesanstalt für Immissionsschutz nur im Kontrollgebiet zu erkennen ist. Im Gebiet mit höherer Fluglärmbelastung stimmen diese Angaben der objektiven Messung mit den subjektiven Angaben der Eltern nicht überein. Im Gebiet mit stärkerem Fluglärm sind - im Unterschied zum Kontrollgebiet mit geringerer Lärmeinwirkung - auch keine Zusammenhänge zwischen der

Einschätzung der Anzahl der Überflüge durch die Kinder mit denen der Eltern zu erkennen.

Die negative Einstellung zum Fluglärm seitens der Eltern korreliert deutlich mit der Einschätzung der Überflüge durch die Eltern, nicht aber mit der Häufigkeit der objektiv gemessenen Überflüge (lediglich wenn man beide Gebiete zusammengefaßt darstellt, ergibt sich eine schwache Korrelation (von  $r = .18$ ) zwischen der Häufigkeit von Flugzeugüberflügen und der negativen (ablehnenden) Einstellung der Eltern (nach der Formel: Je mehr Überflüge, desto ausgeprägter ist die ablehnende Einstellung).

Dies zeigt auch, wie problematisch Untersuchungen sind, die sich ausschließlich, ohne objektive Messungen durchzuführen, mit der subjektiven Einstellung zum Fluglärm befassen (siehe IST, 1986).

Die Korrelationen zwischen der objektiv erfaßten Häufigkeit der Überflüge und den Verhaltensauffälligkeiten der Kinder zeigten wiederum, daß im Gebiet mit geringerer Lärmeinwirkung zwischen einer negativen Einstellung zum Fluglärm und den Angaben der Eltern über Verhaltensauffälligkeiten eine deutliche Korrelation auf dem 0,1%-Niveau besteht. Diese Korrelation zeigen sich aber nicht zwischen den analogen Angaben aus dem Kinderinterview.

Im Gebiet höherer Fluglärmtätigkeit ergeben sich ebenfalls ähnliche, wenn auch schwächer ausgeprägte positive Korrelationen. Dies bedeutet, daß die Verhaltensauffälligkeiten relativ wenig Zusammenhänge mit der negativen Einstellung der Eltern zum Fluglärm zeigen (die Aufklärung der Varianz im Zusammenhang zwischen negativen Einstellungen zum Fluglärm seitens der Eltern und Angaben von Verhaltensauffälligkeiten der Kinder nach Information durch die Eltern liegt bei lediglich 6 %).

Wenn man die Ergebnisse des CBCL-Fragebogens über die Verhaltensauffälligkeiten, der ja nur von den Eltern über die Kinder beantwortet wurde, heranzieht, zeigt sich in beiden Untersuchungsgebieten, eine Korrelation zwischen dem CBCL-Gesamtwert und einer negativen Einstellung zum Fluglärm von  $r = .20$ . (diese Korrelation ist zwar auf dem 1 %-Niveau signifikant, klärt aber nicht einmal 4 % der Varianz auf).

Ein Zusammenhang zwischen der Überflughäufigkeit und der Schweregradausprägung von Verhaltensauffälligkeiten der Kinder ist nicht zu erkennen.

## Analyse möglicher Verzerrungen durch Nichtteilnehmer

Tab. 19 Unterschiede zwischen Fluglärm- und Verweigererstudie. Dar- gestellt werden nur Unterschiede der einzelnen Faktoren des Fragebo- gens (CBCL)

Gebiete mit hoher Fluglärmbelastung:

Variable	Geschlecht	Altersgruppe	Diff.
TINT (Internalizing-Score)	männlich	4-5J.	F>V
TF2 (depressiv)	männlich	6-11J.	F>V
TF3 (unreif)	männlich	4-5J.	F>V
TF4 (zwanghaft)	männlich	6-11J.	F>V
TF7 (delinquent)	männlich	6-11J.	F>V
TF8 (schizoid)	männlich	4-5J.	F>V

Gebiete mit geringerer Fluglärmbelastung:

Variable	Geschlecht	Altersgruppe	Diff.
TF4 (depr. Rück- zug)	weiblich	12-16J.	F>V
TF5 (grausam)	weiblich	6-11J.	V>F
TF7 (aggressiv)	männlich	4-5J.	F>V
TF7 (aggressiv)	weiblich	12-16J.	F>V
TF8 (aggressiv)	männlich	6-11J.	F>V

Legende:

TINT: T-Wert für "Internalizer"

TF: T-Werte einzelner Faktoren (gestörten Verhaltens)

F>V bedeutet: höhere Auffälligkeit in der Fluglärmstudie.

V>F bedeutet: höhere Auffälligkeit in der Verweigererstudie.

In der Untersuchung von WEFERS (1990) wird der Bedeutung von Nicht- teilnehmern der ersten Untersuchungsstufe nachgegangen. Dabei wurden 300 der Nichtteilnehmer noch einmal aufgesucht. 175 Eltern davon konnten erreicht werden und füllten einen völlig anonymisierten CBCL-Fragebogen aus. Man kann davon ausgehen, daß die gesamte Stichprobe der Verweiger- erstudie aus Personen bestand, die die Fluglärmstudie bewußt verweigert hatten (aus verschiedenen Gründen, meist aus Bedenken wegen Daten- schutzproblemen). Zumindestens für die Altersgruppe der 6- bis 11-Jährigen und für die der 12- bis 16-Jährigen erbrachte diese Untersuchung aber genü- gend Angaben, um hier Mittelwertvergleiche zwischen diesen Angaben und denen der Fluglärmstudie durchzuführen.

Die in der Zusammenfassung (Tabelle 19) ersichtliche, höhere Auffälligkeit in der Fluglärmstudie im Vergleich zur Verweigererstudie (Ausnahme TF5 = Hyperaktivität bei Mädchen der Altersgruppe 2 im Gebiet mit geringerer Fluglärmbelastung) kann unter Berücksichtigung der Varianzheterogenität, die bei allen Dimensionen vorliegt (Ausnahme TINT bei Jungen der Altersgruppe 1 im Gebiet hoher Fluglärmbelastung), keine eindeutige Interpretation im Sinne einer erhöhten Auffälligkeit bei den Teilnehmern der Fluglärmstudie zulassen. Die Differenz zwischen den "Internalisern" kann bei einer Zellbesetzung von vier Teilnehmern in der Verweigererstudie nicht in die Wertung aufgenommen werden. Eine Verzerrung der Fluglärmstudie (vor allem dadurch, daß unter den Verweigerern etwa deutlich mehr auffällige Kinder nicht erfaßt worden wären) ist durch die Ergebnisse der Verweigererstudie nicht zu erwarten.

Tab. 20 Darstellung der Kinder nach Alter, Geschlecht und Gebiet, über die weder in der Fluglärmstudie noch in der Verweigererstudie weitere Informationen erhalten werden konnten.

Altersgr.	Gebiet mit hoher Fluglärmbelastung			Gebiet mit geringer Fluglärmbelastung			Alle
	Jungen	Mädchen	Beide	Jungen	Mädchen	Beide	
4 - 5	14	13	27	20	16	36	63
Jahre	3,4%	3,2%	6,6%	4,9%	3,9%	8,8%	15,4%
6-11	37	28	65	52	50	102	167
Jahre	9,0%	6,8%	15,8%	12,7%	12,2%	24,9%	40,7%
12-16	36	27	63	53	64	117	180
Jahre	8,8%	6,6%	15,4%	12,9%	15,6%	28,5%	43,9%
Summe:	87	68	155	125	130	255	410*
	21,2%	16,6%	37,8%	30,5%	31,7%	62,2%	100%

\* 600 der Ausgangsstichprobe der Verweigererstudie - 15 Ausfälle aus anderen Gründen (z. B. verzogen) - 175 Teilnehmer = 410

Nach den vorliegenden Ergebnissen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Verteilung der Variablen Altersgruppe und Geschlecht innerhalb der Gebiete mit höherer bzw. geringerer Fluglärmbelastung zwischen der Ausgangspopulation und dem harten Kern der Nichtteilnehmer (siehe Tabelle 20).

## **Assoziationen mit belastenden Faktoren, die ein psychosoziales Risiko für Kinder darstellen**

Abnorme psychosoziale Situationen, in denen Kinder heranwachsen und die für ihre Entwicklung ein potentielles psychosoziales Risiko darstellen, sind in einem Glossar der WHO beschrieben worden (van GOOR-LAMBO und Mitarbeiter, 1990). Jene Belastungsfaktoren aus dem familiären Hintergrund des Kindes, die im Rahmen dieser Untersuchung erhoben wurden, sind in den deskriptiven Darstellungen ausführlich beschrieben worden.

Da die gegenständliche Untersuchung Kinder im Alter zwischen 4 und 16 Jahren (zum Zeitpunkt der ersten Untersuchungsstufe) erfaßte, wurden zunächst mit Hilfe von (hier nicht dargestellten) multiplen Regressionsanalysen die am besten mit den psychischen Störungen der Kinder korrelierenden Belastungs- bzw. psychosozialen Risikofaktoren, getrennt nach Altersstufen, festgestellt.

Offenbar sind aber nicht nur nach Alter, sondern auch nach Geschlecht die mit Verhaltensauffälligkeiten der Kinder assoziierten Belastungsfaktoren sehr differenziert zu betrachten - dieses Ergebnis ist in anderen kinderpsychiatrischen, epidemiologischen Untersuchungen bisher noch nicht genügend berücksichtigt worden. Der Grund hierfür ist, daß bisher gleichzeitig meist nur sehr enge Altersbereiche untersucht wurden.

Die Korrelationen zwischen den "kräftigsten Belastungsfaktoren" und psychischen Auffälligkeiten der Kinder, nach Alter und Geschlecht getrennt dargestellt, finden sich in der Tabelle 21.

Mit Hilfe der Gleichhaltung der Anzahl dieser Belastungsfaktoren werden in den folgenden Kapiteln die Ergebnisse weiter analysiert.

Danach ist zu erkennen, daß zum Beispiel neurologische Auffälligkeiten nur bei den jüngeren Kindern von Bedeutung sind, das heißt mit einer psychischen Störung korrelieren. Weiter sind bei den jungen Kindern Streitigkeiten zwischen den Erwachsenen eher bei den Mädchen im Altersbereich zwischen 4 und 11 von Bedeutung, bei den Knaben im Altersbereich zwischen 8 und 11. Depressive Störungen der Mutter und des Vaters sind hier offenbar eher nur bei Mädchen im Alter zwischen 4 und 7 enger mit deren Verhaltensproblemen verbunden (siehe auch POUSTKA und SCHMECK, 1993).

Tab. 21 Belastungsfaktoren nach Alter und Geschlecht (Legende: I / E = signifikante Zusammenhänge zum Internalisierungs-/ Externalisierungs-Score)

Belastungsfaktor	Mädchen			Jungen		
	≤ 7	8- 11	≥ 12	≤ 7	8- 11	≥ 12
1-Arbeitslosigkeit					I	I/ E
2-Abweichende Familienverhältnisse	E				I/ E	
3-Streit der Eltern						
4-Beziehungsprobleme der Erwachsenen		I/ E		I/ E		
5-Sorgen wg. Problematischer Geschwister						
6-Krankheit der Mutter						
7-Vegetative Beschwerden der Mutter		E	E			
8-Depression der Mutter	E		I/ E			E
9-Krankheit des Vaters					E	
10-Depression des Vaters						I
11-Suchtgefährdung des Vaters		E			I/ E	
12-Frühere Trennungserlebnisse		I/ E				
13-Trennung durch Krankenhausaufenthalt						

In den Abb. 34 und 35 werden die Beziehungen zwischen Auffälligkeiten und Belastungen nach den verschiedenen Gebieten dargestellt.

Abb. 34: Kinderangaben zum Zusammenhang von psychischer Auffälligkeit und Hintergrundbelastung

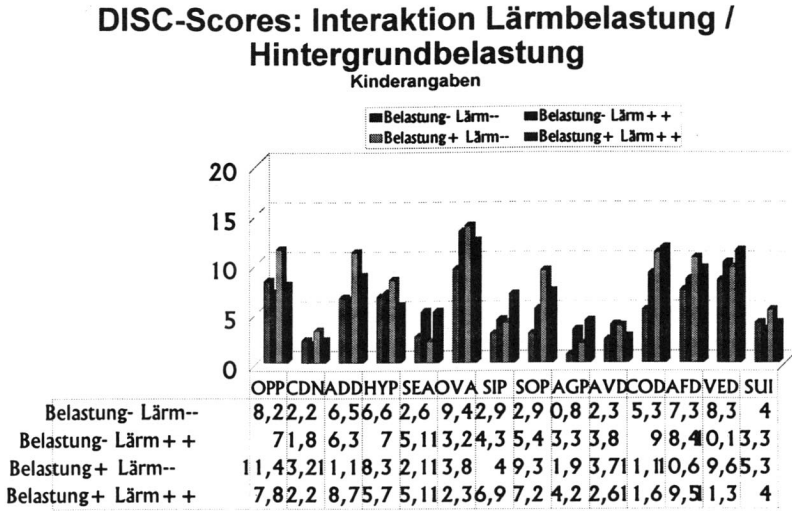
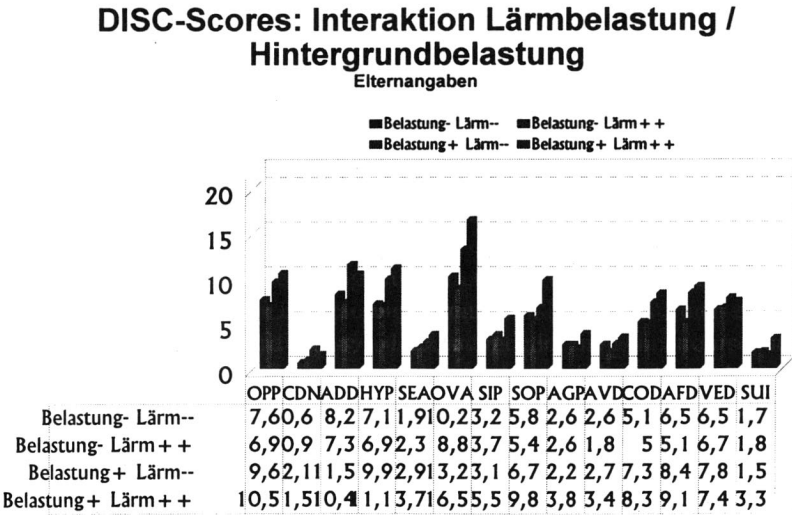


Abb. 35: Elternangaben zum Zusammenhang von psychischer Auffälligkeit und Hintergrundbelastung





Dabei ist zu erkennen, daß die psychosozialen Belastungen in den zwei verschiedenen Lärmgebieten recht gleichmäßig verteilt sind. Zum Beispiel ist die Verteilung bei einem Schwellenwert von  $\geq 2$  psychosozialen Belastungen (das heißt, wenn mindestens zwei Belastungswerte, gleichgültig welche der in der obigen Abbildung angeführten Belastungen, in den Vergleich miteinbezogen werden) hinsichtlich der verschiedenen Lärmgebiete recht ausgeglichen. Dies trifft auch für die Belastungswerte von  $\geq 3$  bzw.  $\geq 4$  zu. Auch ein Unterschied in der Stärke der Korrelation zwischen dem Schweregrad einer psychiatrischen Symptomatik und der Anzahl von Belastungen in beiden Untersuchungsgebieten ist nicht zu erkennen. Insgesamt heißt dies, daß eine wechselseitige Potenzierung der Auswirkungen von Lärm und psychosozialer Belastung auf das Befinden der Kinder nicht erkennbar ist.

### **Zusammenfassung**

In diesem Kapitel, in dem die ersten wesentlichen Zusammenhänge dargestellt sind, zeigt sich zum einen, daß es - wenn überhaupt - nur schwach ausgeprägte Korrelationen zwischen der Einschätzung der Eltern und der objektiven Messung durch die Landesanstalt für Immissionsschutz, gibt. Zum anderen sind bedeutsame Korrelationen zwischen den zusammengefaßten psychischen Symptomschweregraden der Kinder, den psychosozialen Belastungsfaktoren und den subjektiven Angaben zur Lärmempfindlichkeit bzw. der Einstellung zum Fluglärm nach unterschiedlichen Lärmgebieten nicht nachweisbar.

Eine Verzerrung der Ergebnisse durch die Nichtteilnehmer an der gegenständlichen Untersuchung ist nach der differenzierten Betrachtung möglicher Einflüsse nicht zu erkennen.

Schließlich wurden weitere Untersuchungen zu psychosozialen Risiken aus der unmittelbaren Umgebung des Kindes angestellt, wobei sich keine lärmgebietsbezogenen Unterschiede zeigen.

## **Extremgruppenvergleiche**

### **Zusammenhangsanalyse zwischen der psychischen Auffälligkeit, den verschiedenen psychophysiologischen Maßen und der psychosozialen Belastung der Kinder**

#### *Extremgruppenvergleich zur psychischen Auffälligkeit: Ergebnisse der kinderpsychiatrischen Untersuchung*

Im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgebiet waren (bezogen auf die psychische Auffälligkeit) keine signifikanten Differenzen zu erkennen gewesen. Da die Lärmbelastung in den Untersuchungsorten zwar in der Frequenz, nicht jedoch in der Intensität deutlich unterschiedlich war (s.o.), soll in einem Extremgruppenvergleich zwischen den beiden am stärksten (Heiden und Velen) und am wenigsten stark belasteten Orten (Drensteinfurt und Sendenhorst) überprüft werden, ob deutlichere Unterschiede in der Lärmbelastung nicht doch mit einer unterschiedlichen psychischen Belastung einhergehen. Wir rechneten Vergleiche in den Symptomscores des DISC-Interviews zwischen Kindern verschiedenen Alters und verschiedenen Geschlechts zwischen den beiden Extremgebieten.

Die globale psychische Auffälligkeit (DISC-Gesamtscore) war sowohl im Eltern- als auch im Kinderinterview nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Extremgruppen. In einer weitergehenden Analyse wurden die einzelnen Symptomscores sowohl des Eltern- als auch des Kinderinterviews einander gegenübergestellt (Tabellen 21 und 22). Während Eltern besser über ausagierende Störungen ihrer Kinder berichten können, sind Kinder und Jugendliche mit zunehmendem Alter besser als ihre Eltern dazu in der Lage, Auskunft über ihre eher nach innen gerichteten Störungen wie z.B. Ängste zu geben.

Beim Vergleich der Ergebnisse des Elterninterviews zeigen sich vor allem bei den 12-16jährigen Jugendlichen höhere Symptomwerte für expansive Störungen im Kontrollgebiet. Demgegenüber stehen höhere Symptomscorewerte in den Bereichen Depressivität und Angststörungen bei den Jugendlichen im Lärmgebiet. Dies zeigt sich noch deutlicher beim Vergleich der Ergebnisse der Kinderinterviews vor allem mit den 9-11jährigen. Diese zeigen bei hoher Lärmbelastung signifikant höhere Werte in den Syndromen 'Trennungsangst', 'Überängstlichkeit', 'Phobien' und in vegetativen und kognitiven Anteilen von depressiven Störungen. Bei 12-16jährigen im Lärmgebiet sind Agoraphobien signifikant häufiger als bei ihren Altersgenossen im Kontrollgebiet. Es muß also davon ausgegangen werden, daß langfristige

Belastung durch militärischen Tieffluglärm vor allem bei jüngeren Kindern zu vermehrten Ängsten führt.

Tab. 22: DISC-Symptomscores nach Elternangaben (Vergleich der Extremgebiete)

	4-5 Jahre		16-11 Jahre		12-16 Jahre	
	sehr wenig Lärm	sehr viel Lärm	sehr wenig Lärm	sehr viel Lärm	sehr wenig Lärm	sehr viel Lärm
	N=19	N=14	N=68	N=58	N=35	N=35
Oppositionelles Verh.	9.3	13.6	8.9	8.1	7.1	6.4
Verhaltensstörungen (nicht aggr.)	.4	1.4	.8	.5	2.4	2.2
Aufmerksamkeitsstör.	8.3	7.7	10.1	9.8	9.2	6.6
Hyperaktivität	10.8	10.4	8.4	10.1	6.7	4.9
Trennungsangst	1.9	5.1	2.9	3.2	1.5	1.2
Überängstlichkeit	5.8	11.2	13.6	13.6	10.3	9.8
	(p=.049)					
Einfache Phobie	5.3	4.4	3.3	4.4	1.6	4.3
	(p=.002)					
Soziale Phobie	3.5	5.4	7.3	7.9	5.4	6.5
Agoraphobie	3.7	4.1	3.0	3.9	.5	1.2
Angstsyndrom mit Vermeidungsverhalten	2.5	5.3	2.5	2.7	1.4	3.1
Kognitive Depression	4.4	6.9	6.2	7.4	6.4	4.0
Affektive Depression	7.4	8.1	7.3	6.8	7.3	5.8
Vegetative Depression	7.8	7.3	7.5	7.7	5.7	5.4
Selbstmordgedanken	1.4	2.0	1.8	2.1	1.5	3.0

Tab. 23: DISC-Symptomscores nach Kinderangaben (Vergleich der Extremgebiete)

	9-11 Jahre		12-16 Jahre	
	sehr wenig Lärm	sehr viel Lärm	sehr wenig Lärm	sehr viel Lärm
	N=29	N=26	N=35	N=33
Oppositionelles Verhalten	6.5	7.1	12.8	7.7
	p=.006			
Verhaltensstörung (nicht aggressiv)	.9	1.0	4.3	3.0
Aufmerksamkeitsstörung	6.5	7.4	10.9	7.3
Hyperaktivität	5.6	7.4	9.1	5.3
Trennungsangst	2.8	7.2	1.9	2.8
	(p=.008)			
Überängstlichkeit	8.3	13.6	14.7	11.8
	(p=.003)			
Einfache Phobie	2.5	6.1	4.4	4.8
	(p=.002)			
Soziale Phobie	4.1	6.8	8.1	5.6
Agoraphobie	1.9	4.5	.9	2.8
	(p=.019)			
Angstsyndrom mit Vermeidungsverhalten	3.2	3.8	2.9	2.7
Kognitive Depression	5.2	9.2	11.1	11.2
	(p=.049)			
Affektive Depression	5.1	7.8	12.5	10.1
Vegetative Depression	6.8	11.7	10.8	9.5
	(p=.007)			
Selbstmordgedanken	4.3	3.1	5.0	4.2

Mit Hilfe einer Varianzanalyse sollte abgeklärt werden, ob diese erhöhte Ängstlichkeit bei verschiedenen Untergruppen von Kindern stärker ausgeprägt ist als bei anderen. Als unabhängige Variablen wurden neben der Lärmbelastung weiterhin Geschlecht und Alter der Kinder sowie ihre psychosoziale Hintergrundbelastung gewählt. Signifikante Interaktionseffekte waren nicht zu erkennen. Auffällig war, daß bei den Syndromen Trennungs-

angst und Phobie die Belastung mit militärischem Tieffluglärm bedeutsamer war als die Belastung mit abnormen psychosozialen Lebensbedingungen. Zwar nicht signifikant aber dennoch tendenziell höher lagen die Werte bei den Kindern, die im Tieffluggebiet leben und mit zwei oder mehr Risikofaktoren belastet sind.

### *Ergebnisse psychophysiologischer Untersuchungen*

An dieser Stelle sollen Mittelwerte und Standardabweichungen der in dieser Untersuchung erhobenen psychophysiologischen Parameter im Vergleich zwischen den beiden Extremgebieten dargestellt werden. Die Mittelwerte pro Ort sind weiter oben bereits dargestellt worden. Da die Ergebnisse psychophysiologischer Messungen sehr stark vom Alter der untersuchten Kinder abhängig sind (vergl. Schmeck 1992), werden im Folgenden sogenannte alterskorrigierte Werte dargestellt, d.h. die Werte zwischen den beiden Gebieten werden auf ein gleiches Alter der Kinder bezogen.

In den Zusammenhangsanalysen im folgenden Kapitel soll untersucht werden, welchen Einfluß andere Umgebungsvariablen (neben dem Lärm) und Faktoren, die im Kind selbst liegen wie intellektuelle Begabung oder neurologische Auffälligkeit, auf die Höhe psychophysiologischer Meßwerte haben. Bestimmt werden soll auch, welche relative Bedeutsamkeit die Belastung mit militärischem Fluglärm im Vergleich zu den anderen untersuchten Variablen für psychophysiologische Reaktionen von Kindern und Jugendlichen hat.

In Tabelle 24 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen aller sechs von uns erfaßten psychophysiologischen Parameter im Vergleich zwischen den beiden Extremgebieten dargestellt. Zur besseren Differenzierung werden die Werte getrennt nach dem Geschlecht der Kinder aufgeführt.

Bis auf den Parameter "Kopfbewegungen" sind die Mittelwerte im Fluglärmgebiet beinahe durchgängig höher als im Kontrollgebiet. Dies trifft vor allen Dingen auf die Mädchen zu. Sowohl in der Herzfrequenz als auch in der Muskelspannung und dem Hautleitfähigkeitsniveau sind die Werte der Mädchen im Fluglärmgebiet signifikant ( $p < .05$ ) erhöht. Es scheint also ein erhöhtes Aktivationsniveau bei den Kindern und Jugendlichen in unserem Untersuchungsgebiet vorzuliegen, wobei signifikante Effekte nur bei den Mädchen nachzuweisen sind.

140

Abb. 36: DISC-Symptomscores bei unterschiedlicher Lärm- und Hintergrundbelastung nach Elternangaben

Angstsyndrome nach Extremgebieten  
und Hintergrundbelastung  
Elternangaben

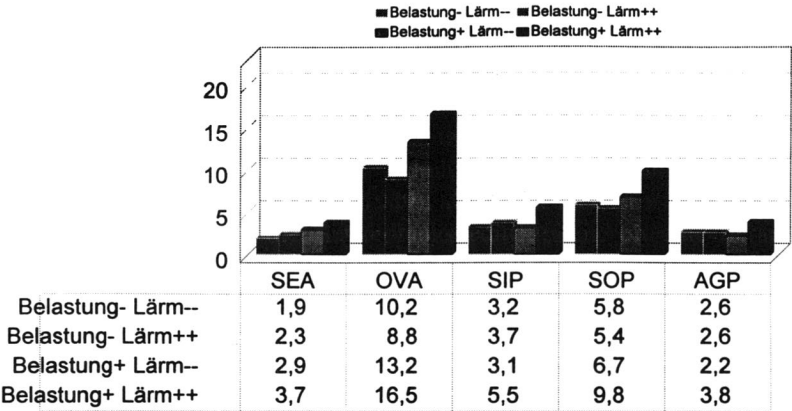


Abb. 37: DISC-Symptomscores bei unterschiedlicher Lärm- und Hintergrundbelastung nach Kinderangaben

Angstsyndrome nach Extremgebieten  
und Hintergrundbelastung  
Kinderangaben

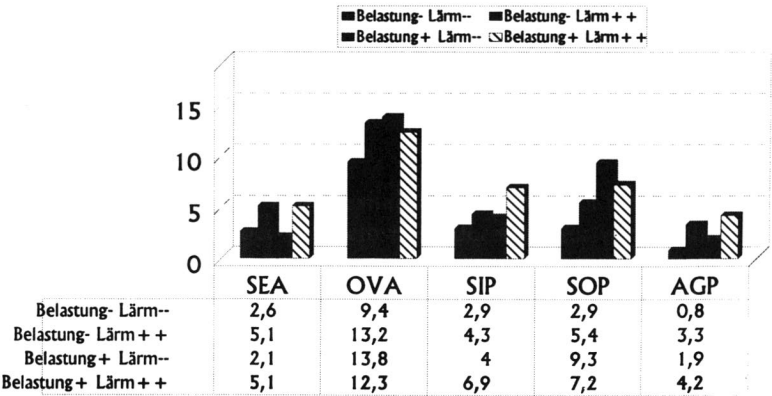


Tabelle.24: Vergleich zwischen den Extremgebieten.

		Jungen		Mädchen		
		Lärm--	Lärm++	Lärm--	Lärm++	
Herzfrequenz (bpm)	MW	85.8	87.3	87.9	92.9	*
	SD	11.7	12.7	9.3	12.5	
Herzschlagvarianz (bpm)	MW	5.4	6.5	5.1	5.3	
	SD	3.2	4.6	2.3	2.0	
Muskelspannung (micro V)	MW	14.5	14.2	13.7	16.5	*
	SD	4.9	5.7	4.7	5.4	
Hautleitfähigkeit (mmho)	MW	15.2	17.1	13.7	18.8	*
	SD	9.8	13.5	7.7	11.2	
Spontanfluktua- tionen/min	MW	8.2	8.3	8.2	8.9	
	SD	3.4	4.0	3.5	4.3	
Kopfbewegungen	MW	26.6	24.5	23.6	19.3	
	SD	33.7	15.2	40.2	12.9	

\* =  $p < .05$  (Vergleich zwischen den Mädchen)

Diese stärkere Belastung der Mädchen ist auch in den Blutdruckreaktionen zu erkennen. Systolischer und diastolischer Blutdruck waren sowohl zu Anfang als auch in der Mitte und zum Abschluß der Untersuchungen gemessen worden. Diese drei Werte sowie der Gesamtwert und die Differenz zwischen Anfangs- und Endwert sind in der folgenden Tabelle, wiederum nach Geschlecht getrennt, dargestellt.

Tabelle 25: Blutdruck im Vergleich der Extremgebiete

		Jungen		Mädchen	
		Lärm--	Lärm++	Lärm--	Lärm++
Systol. Blutdruck					
Durchschnittswert	MW	107.3	105.6	108.2	106.9
	SD	13.2	12.2	9.8	9.0
Diff. Anfang/Ende	MW	-5.6	-5.3	-9.0	-4.9 #
	SD	8.9	8.0	10.4	10.3
Diastol. Blutdruck					
Durchschnittswert	MW	71.0	67.9	70.4	71.9 *
	SD	5.9	8.7	6.5	7.4
Diff. Anfang/Ende	MW	-2.8	-3.9	-5.8	-3.3 #
	SD	7.2	9.6	7.7	8.6

\*  $p < .05$  (Vergleich zwischen den Jungen)

#  $p < .10$  (Vergleich zwischen den Mädchen)

Die Blutdruckwerte liegen im Lärmgebiet etwas niedriger, beim diastolischen Blutdruck der Jungen sogar signifikant, während bei den Mädchen ein entgegengesetzter Trend zu erkennen ist. Bedeutsam ist vor allem die Differenz zwischen dem ersten und letzten Blutdruckwert, da damit die Adaptationsfähigkeit des Blutdrucks an Streßreize erfaßt werden kann. Bei den Mädchen im Gebiet hoher Lärmbelastung zeigt sich sowohl im systolischen als auch diastolischen Blutdruck ein deutlich geringerer Blutdruckabfall. Nimmt man im Rahmen einer Kovarianzanalyse den Ausgangsblutdruck als Kovariate, so ist diese Differenz trendmäßig ( $p < .10$ ) niedriger. Dies könnte auf eine verringerte Adaptationsfähigkeit im Blutdruckverhalten der Mädchen im Lärmgebiet hinweisen, die bei Jungen nicht zu finden ist.

Die psychophysiologischen Messungen wurden in 9 voneinander abgrenzbaren Intervallen durchgeführt. Dies waren zum einen eine Aufwärmphase, in der Fragen zum Fluglärm gestellt wurden, und zum anderen die jeweils 4 Instruktions- und Testphasen des Intelligenztests CFT.

Im folgenden wird für alle sechs psychophysiologischen Parameter ein Mittelwertsvergleich zwischen den beiden Extremgebieten über alle neun Untersuchungsintervalle hinweg dargestellt.



Abb. 38: Herzfrequenz

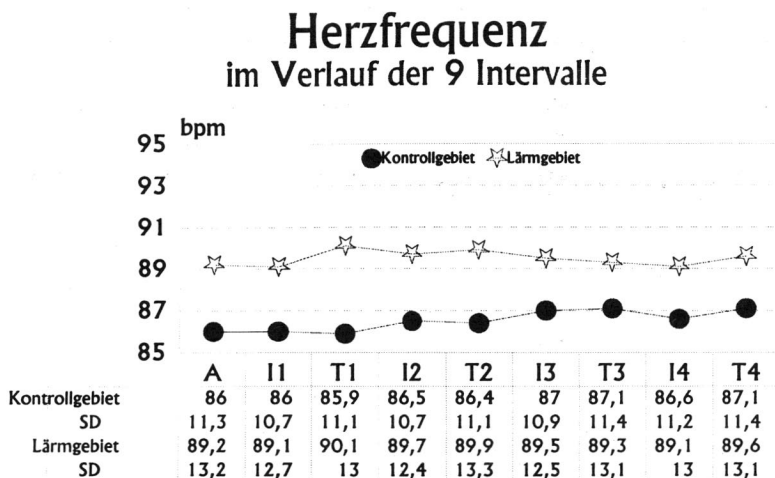
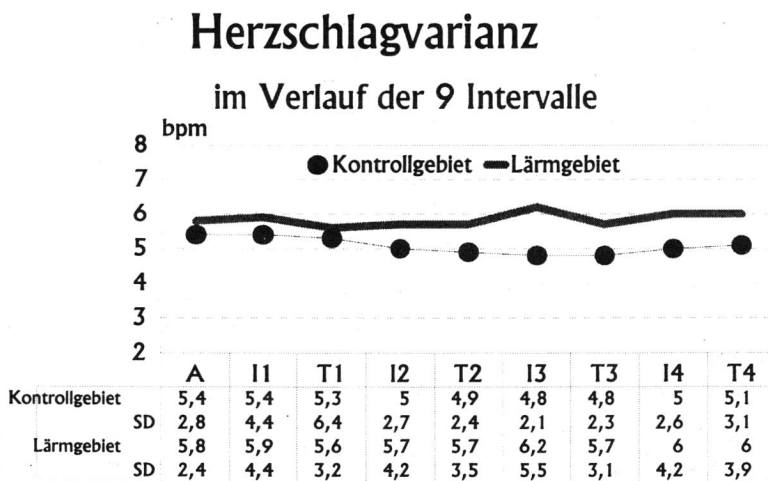


Abb. 39: Herzschlagvarianz



Da bei den Intervallvergleichen mit Ausnahme des Hautleitfähigkeitsniveaus keine signifikanten Interaktionseffekte des Geschlechts zu erkennen waren, wurde (mit Ausnahme der Hautleitfähigkeit) auf eine nach Geschlecht getrennte Darstellung verzichtet.

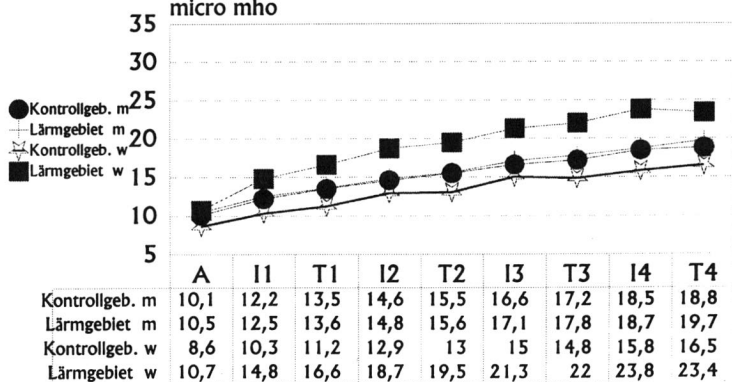
Es ist gut zu erkennen, daß sowohl bei der Herzfrequenz als auch bei der Herzschlagvarianz die Werte im Lärmgebiet in allen 9 Intervallen höher liegen als im Kontrollgebiet. Bei der Herzfrequenz sind die Werte im dritten und fünften Intervall signifikant erhöht ( $p < .05$ ) und bei den Intervallen 1, 2 und 4 tendenziell höher ( $p < .10$ ). Bei der Herzschlagvarianz zeigen sich eine signifikante Erhöhung im sechsten und siebten Intervall ( $p < .05$ ) und tendenziell höhere Werte im fünften und achten Intervall ( $p < .10$ ). Da normalerweise die Regelmäßigkeit des Herzschlags mit steigender Herzfrequenz zunimmt, sind die erhöhten Herzschlagvarianzwerte im Lärmgebiet bei gleichzeitiger erhöhter Herzfrequenz von Bedeutung. Obwohl diese Veränderungen nicht klinisch relevanten kardialen Arrhythmien entsprechen, ist dennoch von einer Beeinflussung der normalen vegetativen Steuerung der Herzfunktion auszugehen.

Im Hautleitfähigkeitsniveau zeigen Jungen und Mädchen ein unterschiedliches Verhalten.

Abb. 40: Hautleitfähigkeitsniveau bei Jungen und Mädchen

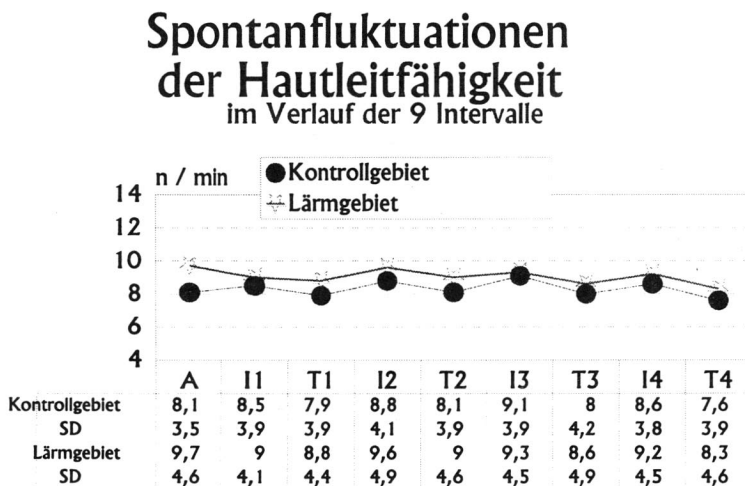
### Hautleitfähigkeitsniveau von Jungen (m) und Mädchen (w)

im Verlauf der 9 Intervalle



Während bei den Jungen in beiden Gebieten die Werte fast identisch sind, liegt das Hautleitfähigkeitsniveau der Mädchen im Lärmgebiet deutlich höher. Im ersten Intervall ist dieser Unterschied auf einem Niveau von  $p < .05$  signifikant, in den folgenden Intervallen bei  $p < .01$ . Die elektrodermale Aktivität wird nur durch sympathische Einflüsse gesteuert. Es ist daher von einer erhöhten sympathischen Aktivierung der Mädchen im Fluglärmgebiet auszugehen (zur Problematik des konstant ansteigenden Hautleitfähigkeitsniveaus im Verlauf der Untersuchung siehe SCHMECK 1992). In den Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit liegen die Werte im Lärmgebiet ebenfalls höher als im Kontrollgebiet, dieser Vergleich ist für das erste Intervall signifikant ( $p < .01$ ).

Abb. 41: Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit



Vergleicht man Muskelspannungen und Kopfbewegungsaktivität zwischen den beiden Gebieten, fallen vor allem die beinahe identischen Reaktionsverläufe auf.

Während bei der Muskelspannung die Werte im Lärmgebiet geringfügig höher sind, gehen die Unterschiede bei der Kopfbewegungsaktivität in die entgegengesetzte Richtung. Dies steht im Einklang mit der weiter oben beschriebenen erhöhten Ängstlichkeit der Kinder, die eher mit einer verminderten Aktivität einhergeht.

Abb. 42: Muskelspannung

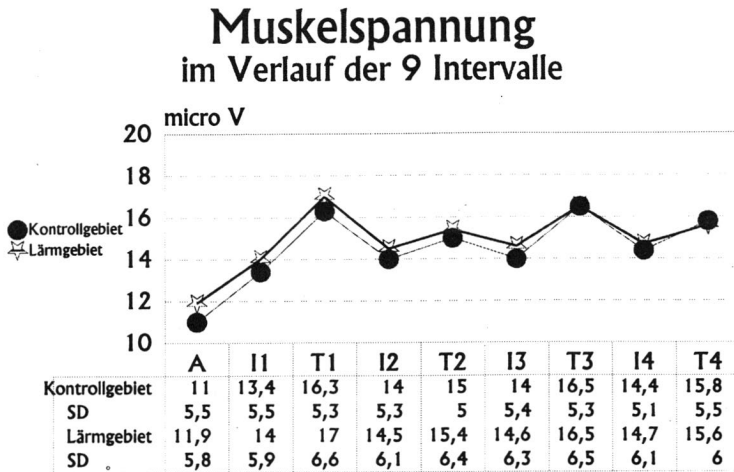
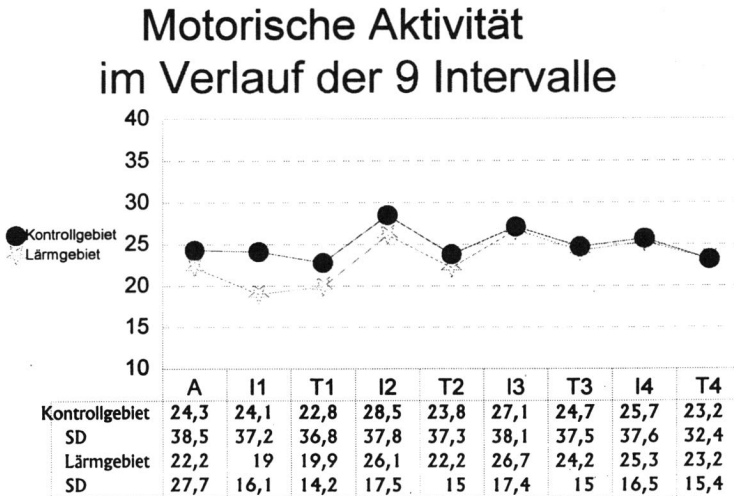


Abb. 43: Kopfbewegungsaktivität



Die weitgehend ähnlichen Reaktionsmuster der Kinder in beiden Gebieten während der neun Testintervalle deuten darauf hin, daß die Belastung mit militärischem Fluglärm zwar zu einem erhöhten Aktivationsniveau, vor allem bei Mädchen, geführt hat, daß jedoch die Reaktionsweisen der Kinder im psychophysiologischen Bereich nicht verändert worden sind. Dies gilt jedoch nicht für das Blutdruckverhalten (s. o.).

### *Interaktionseffekte von unabhängigen Variablen auf psychophysiologische Meßwerte*

Im folgenden sollen die Einflüsse wichtiger unabhängiger Parameter auf psychophysiologische Meßwerte dargestellt werden. Der Schwerpunkt der Analyse liegt dabei auf der relativen Bedeutsamkeit des Fluglärms im Vergleich zu den anderen erfaßten Variablen. Darüberhinaus sollen vor allem auch Interaktionseffekte zwischen den unabhängigen Variablen untersucht werden, da auf diesem Wege mögliche Risikogruppen erfaßt werden könnten.

Ausgewählt wurden folgende unabhängige Variablen:

1. Alter (als Kovariate)
2. Lärmbelastung
3. Geschlecht
4. Gestörtheit der Kinder durch Lärm
5. Gefühl der Bedrohung durch Tiefflieger
6. Geräuschempfindlichkeit
7. Psychosoziale Hintergrundbelastung
8. Psychische Auffälligkeit
9. Niedrige Intelligenz
10. Neurologische Auffälligkeit

In der SPSS-Prozedur ANOVA wurde der regressionsanalytische Ansatz (Option 9) gewählt, wobei alle Effekte der unabhängigen auf die abhängige Variable gleichzeitig bestimmt werden und jeder Einzeleffekt um den Anteil aller anderen Effekte korrigiert wird.

In Tabelle 26 ist zu erkennen, daß neben der Kovariaten nur die Belastung durch militärischen Tieffluglärm einen signifikanten Beitrag zur Varianzaufklärung leistet (ausführliche Darstellung bei SCHMECK 1992). Dies ist sowohl bei der Herzfrequenz als auch bei den elektrodermalen Parametern Hautleitfähigkeitsniveau und Spontanfluktuation der Hautleitfähigkeit hochsignifikant der Fall. Die einzige weitere signifikante Varianzaufklärung (niedrigere Muskelspannung bei Kindern mit niedrigerer Intelligenz,

$p=.031$ ) läßt sich kaum sinnvoll interpretieren. Signifikante Interaktionen 2., 3. oder 4. Ordnung sind nur dargestellt, wenn sie in Bezug zur Lärmbelastung standen. Nur bei den Spontanfluktuationen der Hautleitfähigkeit ist eine solche Interaktion zu erkennen. Die höchste Zahl an Spontanfluktuationen weisen Kinder aus dem Lärmgebiet auf, die sich selbst als geräuschempfindlich beschreiben. Wegen dieses weitgehenden Fehlens signifikanter Interaktionen zwischen den unabhängigen Variablen kann man davon ausgehen, daß weder durch Faktoren im Kind (psychische oder neurologische Auffälligkeit, niedrige Intelligenz, Geräuschempfindlichkeit) noch durch Faktoren in der Umgebung (psychosoziale Hintergrundbelastung, Gefühl der Bedrohung in der Familie) noch durch ein vermehrtes Ausmaß an Gestörtheit durch den militärischen Flugbetrieb eine Risikogruppe von Kindern und Jugendlichen identifiziert werden kann. Der militärische Flugbetrieb scheint unabhängig von bekannten Belastungsfaktoren zu einem erhöhten Aktivationsniveau im psychophysiologischen Bereich bei allen Kindern zu führen.

Tabelle 26: Ergebnisse der Kovarianzanalysen der physiologischen Parameter (Signifikanzniveau)

	HF	HFV	EDA	SFM	EMG	AKT
KOVARIATE *	.000	.030	.000	.002	.000	.518
LÄRMBELASTUNG	.004	.838	.002	.007	.520	.319
GESCHLECHT	.336	.997	.391	.548	.744	.834
GESTÖRTHEIT	.239	.538	.995	.809	.409	.688
BEDROHTSEIN	.069	.505	.981	.810	.956	.745
GERÄUSCHEMPFINDL.	.289	.815	.524	.404	.074	.702
HINTERGRUNDBELAST.	.387	.421	.229	.702	.054	.894
PSYCH. AUFFÄLLIGK.	.876	.784	.931	.679	.113	.598
NIEDR. INTELLIGENZ	.316	.561	.770	.421	.031	.729
NEUROL. AUFFÄLLIGK.	.524	.729	.119	.240	.884	.925

Legende: HF : Herzfrequenz

HFV : Herzschlagvarianz

EDA : Hautleitfähigkeit

SFM : Spontanfluktuationen pro Minute

EMG : Muskelspannung

AKT : Kopfbewegungsaktivität

\* als Kovariate wurde das Alter gewählt (nur bei der Herzschlagvarianz die Herzfrequenz)

In gleicher Art und Weise wurde die relative Bedeutsamkeit der Lärmbelastung auf den Blutdruck der Kinder und Jugendlichen untersucht (Tabelle 27).

**Tabelle.27: Ergebnisse der Kovarianzanalysen des Blutdrucks  
(Signifikanzniveau)**

	SYS	DIA	D-SYS	D-DIA
KOVARIATE *	<b>.000</b>	<b>.003</b>	<b>.001</b>	<b>.000</b>
LÄRMBELASTUNG	.767	.931	<b>.043</b>	.848
GESCHLECHT	.312	.106	.515	.342
GESTÖRTHEIT	.083	.700	.847	.960
BEDROHTSEIN	.740	.298	.770	.604
GERÄUSCHEMPFINDLICHKEIT	.587	.188	.496	<b>.024</b>
HINTERGRUNDBELASTUNG	.965	.456	.611	.378
PSYCH. AUFFÄLLIGKEIT	.715	.554	.144	.589
NIEDRIGE INTELLIGENZ	.547	.122	.065	<b>.023</b>
NEUROL. AUFFÄLLIGKEIT	.672	.261	.511	.122
LÄRMBELASTUNG x GESTÖRTHEIT			<b>.015</b>	
LÄRMBELASTUNG x GESCHLECHT				<b>.024</b>

Legende:      SYS : Systolischer Blutdruck  
                  DIA : Diastolischer Blutdruck  
                  D-SYS: Differenz Endblutdruck-Ausgangsbloodruck (syst.RR)  
                  D-DIA: Differenz Endblutdruck-Ausgangsbloodruck (diast.RR)

\* als Kovariate wurde das Alter gewählt, bei der Differenz zwischen Ausgangs- und Endblutdruck der Ausgangsblooddruck

Weder beim systolischen noch beim diastolischen Blutdruck liefern die unabhängigen Variablen einen bedeutsamen Beitrag zur Varianzaufklärung (mit Ausnahme der Kovariaten 'Alter'). Bei der Adaptationsfähigkeit des systolischen Blutdrucks zeigt sich allerdings, daß die systolische Blutdruckabnahme bei lärmbelasteten Kindern signifikant niedriger ausfällt. Beim diastolischen Blutdruck ist eine mangelnde Adaptationsfähigkeit bei lärmbelasteten Mädchen, bei geräuschempfindlichen Kindern und bei Kindern mit durchschnittlicher oder höherer Intelligenz zu finden. Alle anderen Variablen außer der Kovariaten spielen keine bedeutsame Rolle. Während beim systolischen Blutdruck also die Lärmbelastung für alle Kinder bedeutsam ist, sind es beim diastolischen Blutdruck wiederum nur die Mädchen im Lärmgebiet, bei denen signifikante Effekte nachzuweisen sind. Der diastolische Blutdruckabfall ist auch der einzige Parameter, bei dem die gewöhnlich mit vegetativer Labilität einhergehende Geräuschempfindlichkeit von Bedeutung ist.

## *Somatische Störungen*

Bedeutsam für die Einschätzung der Auswirkungen von militärischem Tieffluglärm auf die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen ist die Frage, ob es neben der nachweisbaren erhöhten vegetativen Grundanspannung auch zu einer Vermehrung von funktionellen, psychosomatischen oder somatischen Störungen kommt.

Als direkte körperliche Reaktionen auf Düsenjägerüberflüge wurden 9 funktionell-vegetative Beschwerden erfaßt. Dies waren im einzelnen:

- unwillkürliche Bewegungen
- weiche Knie
- Herzbeschwerden
- Schweißausbruch
- Ohrenbeschwerden
- Schwindelgefühl
- flaues Gefühl im Magen
- Harn-/Stuhldrang
- Atembeschwerden

Die prozentuale Häufigkeit des Auftretens dieser Symptome in den sieben Orten ist bei Schmeck (1992) dargestellt. Faßt man die neun Einzelsymptome zu einem Summenscore zusammen (siehe Tabelle 28), zeigt sich eine deutlich höhere Belastung der Kinder und Jugendlichen im Ort Heiden, indem die höchsten Pegelanstiegsgeschwindigkeiten gemessen wurden. Nur 57,4% der Kinder und Jugendlichen klagten über vier oder weniger Symptome, demgegenüber klagten 14,8% über acht oder neun Symptome als direkte Reaktion auf militärische Überflüge. Die Pegelanstiegsgeschwindigkeit, die am deutlichsten den überfallartigen Charakter von solchen Überflügen repräsentiert, scheint somit der wichtigste Parameter zur Erklärung von körperlichen Reaktionen auf militärische Überflüge zu sein.

Tab. 28: prozentuale Häufigkeit von körperlichen Reaktionen auf Überflüge

	D	S	E	C	R	V	H
<=4 Sympt.	76.6	70.7	77.3	73.3	80.0	72.5	57.4
5-7 Sympt.	14.1	25.9	20.5	23.3	13.3	23.5	27.8
>=8 Sympt.	9.4	3.4	2.3	3.3	6.7	3.9	14.8

n.s.



Unser Screening-Fragebogen Child Behavior Checklist enthielt 22 Items, in denen nach funktionellen körperlichen Beschwerden wie Nervosität, Kopfschmerzen, Übelkeit, Schlafstörungen, Alpträumen, Einnässen und Ähnlichem gefragt wurde. Für keine dieser funktionellen Beschwerden zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den sieben Orten bzw. den beiden Untersuchungsgebieten. Bei einer nach Geschlecht getrennten Analyse fand sich eine signifikant höhere Zahl von Mädchen im Fluglärmgebiet, die unter Alpträumen litten (20,3% gegenüber 12,7%,  $p < .05$ ) und trendmäßig mehr Mädchen im Fluglärmgebiet, die Schlafstörungen aufwiesen (11,5% gegenüber 6,9%,  $p = .10$ ). Auch hier zeigt sich also wieder eine, wenn auch leicht ausgeprägte, stärkere Belastung von Mädchen im Vergleich zu Jungen. Ob es einen Zusammenhang gibt zwischen vermehrten Alpträumen und einer erhöhten psychophysiologischen Aktiviertheit, ist nicht eindeutig zu beantworten.

Da in der vorliegenden Untersuchung die relative Bedeutsamkeit von militärischem Fluglärm im Vergleich zu anderen belastenden Faktoren abgeschätzt werden sollte, wurde die Häufigkeit an funktionellen Störungen auch zwischen Kindern mit niedriger und hoher psychosozialer Hintergrundbelastung verglichen. Dabei zeigte sich, daß Kinder und Jugendliche mit hoher Belastung z.T. hochsignifikant mehr funktionelle Störungen aufwiesen. Dies waren Nervosität ( $p = .002$ ), Müdigkeit ( $p = .005$ ), Magenschmerzen ( $p = .01$ ), Allergien ( $p = .003$ ), Schlafdefizit ( $p = .03$ ) und übermäßiges Schlafen ( $p = .05$ ).

Ganz vergleichbar zu der Verteilung der vegetativen und funktionellen körperlichen Beschwerden zeigte sich auch die Verteilung von schwerwiegenderen medizinischen Problemen der Kinder und Jugendlichen. Im Interview wurden die Eltern gefragt, ob ihre Kinder unter schwerwiegenderen körperlichen Erkrankungen litten, wegen denen eine ärztliche Behandlung notwendig war. Die prozentuale Häufigkeit an somatischen Erkrankungen unterschied sich weder zwischen den sieben Orten noch zwischen den beiden Untersuchungsgebieten signifikant. Bei einem Vergleich zwischen Kindern mit niedriger und hoher psychosozialer Hintergrundbelastung zeigte sich wiederum ein signifikanter Unterschied.

## **Zusammenfassung**

Aufgrund unserer Ergebnisse läßt sich eine deutliche Auswirkung des militärischen Tiefflugbetriebs auf die vegetative Grundanspannung von Kindern und Jugendlichen feststellen. Dies ist vor allen Dingen bei Mädchen nachweisbar. Auffällig ist ebenso eine verringerte Adaptationsfähigkeit des

Blutdrucks an Streßreize, die langfristig für die Entstehung eines Bluthochdrucks von Bedeutung sein könnte. Funktionelle körperliche Störungen oder somatische Erkrankungen sind jedoch im Lärmgebiet nicht gehäuft nachweisbar. Wie bei der psychischen Auffälligkeit ist auch bei diesen Störungen die psychosoziale Hintergrundbelastung von größerer Bedeutung.

### **Zum Ergebnis der Untersuchung: welchen Einfluß haben Umwelteinflüsse auf die Gesundheit von Kindern?**

In dieser Untersuchung wurden in 7 Orten innerhalb und außerhalb eines Tieffluggebiets umfangreiche Erhebungen durchgeführt. Es wurden dabei psychische / psychosomatische Auffälligkeiten von Kindern in einem Ausmaß festgestellt, die im Einklang mit anderen kinderpsychiatrischen, epidemiologischen Untersuchungen stehen. Diese Auffälligkeiten wurden in Beziehung gesetzt sowohl zu einer großen Zahl an Einflüssen aus der psychosozialen und als auch der physikalischen (=Lärm) Umwelt der Kinder.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

#### **I. Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf die psychische Befindlichkeit der Kinder:**

Im Einklang mit einer großen Zahl früherer Untersuchungen (siehe Kapitel 1) zeigen die von uns erfaßten psychosozialen Hintergrundvariablen einen hochsignifikanten Einfluß auf das psychische Befinden von Kindern. Falls die Kinder durch zwei oder mehr Risikofaktoren gleichzeitig belastet sind, zeigen sie in allen Bereichen von ausagierenden und internalisierenden Störungen signifikant höhere Werte.

Die globale psychische Auffälligkeit der Kinder unterscheidet sich nicht zwischen den Gebieten unterschiedlicher Tieffluglärmbelastung. Bei einem Vergleich der beiden am stärksten und am wenigsten stark belasteten Orte zeigte sich jedoch eine erhöhte Ängstlichkeit vor allem der jüngeren Kinder (Trennungsängste, Überängstlichkeit, phobische Ängste). Diese Ängste sind für das Befinden der Kinder von Bedeutung, erreichen aber keine klinische Wertigkeit im Sinne von behandlungsbedürftigen Störungen. Die psychosozialen Risiken bzw. Belastungen sind in beiden lärmbezogenen Gebieten gleich verteilt. Dies bedeutet, daß es keinen unterschiedlichen indirekten Einfluß über diese Belastungsfaktoren auf die psychischen Auffälligkeiten der Kinder geben kann.

Es wurde weiterhin untersucht, ob das gleichzeitige Auftreten von hoher Fluglärmbelastung und psychosozialer Hintergrundbelastung im Sinne

eines additiven oder multiplikativen Effekts zu größerer psychischer Auffälligkeit bei den untersuchten Kindern führt. Signifikante Interaktionseffekte konnten zwar nicht nachgewiesen werden, aber vor allem nach Angaben der Eltern waren die Symptomscores des kinderpsychiatrischen Interviews tendenziell bei denjenigen Kindern erhöht, die sowohl Tieffluglärm als auch psychosozialen Risikofaktoren ausgesetzt waren.

## **II. Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf psychophysiologische Reaktionsweisen der Kinder:**

Deutliche Effekte in Zusammenhang mit der Tieffluglärmwirkung sind im Sinne einer erhöhten vegetativen Anspannung zu erkennen, die vor allem bei Mädchen nachweisbar ist. Diese größere Aktiviertheit steht in keiner Beziehung zur psychischen Auffälligkeit der Kinder und auch nicht zur Stärke der psychosozialen Hintergrundbelastungen. Sie ist daher unabhängig von anderen Faktoren, also für auffällige wie für unauffällige Kinder im Gebiet höherer Lärmbelastung stärker ausgeprägt nachweisbar. Dies könnte ein gewisses Maß an Verletzbarkeit oder Instabilität für die weitere Entwicklung der Kinder und Jugendlichen bedeuten. Diese Bedeutung ist aber derzeit unklar, ihre Wertigkeit für die Zukunft ist aus der gegenständlichen Untersuchung nicht ableitbar. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit anderen Untersuchungen zum Lärmproblem generell, die in Querschnittsuntersuchungen derartige subtile Auswirkungen ebenfalls beschrieben haben, aber unter klinischen Gesichtspunkten nicht bewerten konnten.

## **III. Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf das psychosomatische Befinden der Kinder:**

Hinweise für eine unterschiedliche Ausprägung der von den Betroffenen angegebenen unmittelbaren körperlichen Reaktionen auf militärische Tiefflüge zwischen den zwei lärmbezogenen Gebieten fehlen weitgehend; eine Ausnahme bildet allerdings der Ort Heiden: Dort wurden die höchsten Pegelanstiegsgeschwindigkeiten gemessen, gleichzeitig wurden dort auch gehäufte direkte körperliche Reaktionen auf Überflüge angegeben (wie z. B. Schweißausbruch, Herzrasen u. ä. m.). Auch funktionelle Störungen und schwerwiegendere psychosomatische und somatische Probleme scheinen durch Tieffluglärm nicht verstärkt zu werden.

Deutlich ist jedoch wie bei den psychischen Störungen der bedeutsame Einfluß von psychosozialen Hintergrundbelastungen. Beim Vorliegen von zwei oder mehr Belastungen liegen signifikant mehr psychosomatische und somatische Störungen vor.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der militärische Tiefflugbetrieb nicht nur eine Belästigung für die Bewohner der betreffenden Gebiete bedeutet, sondern daß auch bei den untersuchten Kindern direkte Auswirkungen im Sinne von erhöhter vegetativer Anspannung und vermehrter Ängstlichkeit zu erkennen sind. Diese Auswirkungen sind jedoch nicht so stark ausgeprägt, daß eine größere Zahl von behandlungsbedürftigen psychischen oder somatischen Erkrankungen bei diesen Kindern zu verzeichnen wäre. Bei schwerwiegenderen und auch behandlungsbedürftigen Störungen dominiert der Einfluß der direkten psychosozialen Umwelt der Kinder, die als wesentlicher pathogenetischer Faktor gesehen werden muß.

### **Ausblick: Vorschläge für weiterführende Untersuchungen**

Die dargestellten Ausführungen sind alleine aus den Ergebnissen einer Querschnittsuntersuchung abgeleitet worden. In der Regel sollten korrelative Zusammenhänge nicht in ätiologischer Weise interpretiert werden. Da aber im vorliegenden Fall eine Einwirkung nur in einer Richtung möglich ist (eine psychische Auffälligkeit kann keinen Fluglärm erzeugen), sind Einsichten über kausale Zusammenhänge daraus und nicht nur aus Längsschnittuntersuchungen ableitbar. Dies trifft im gegenständlichen Fall insbesondere für die lärmgebietsbezogenen psychischen wie auch psychophysiologischen Unterschiede zu.

Die Studie hat insofern auch wissenschaftliches Neuland betreten, als die Verwendung psychophysiologischer Meßmethoden in einem derartigen Umfang im Feld (das heißt nicht unter Laborbedingungen) in Zusammenhang mit klinisch bedeutsamen Einschätzungen psychischer / psychosomatischer Auffälligkeiten von Kindern und unter Berücksichtigung bekannter psychosozialer Risikofaktoren aus der unmittelbaren Umgebung des Kindes bisher noch nie erfolgte. Da ein beachtlicher Teil der untersuchten Familien einer Folgeuntersuchung zugestimmt hat, stünden deshalb zwei gebietsbezogene Kohorten von Kindern für solche weiteren Untersuchungen aller Voraussicht nach zur Verfügung. Dies könnte vor allem der Aufklärung der Fragestellung dienen, welche Störungen aufgrund der veränderten psychophysiologischen Reaktionsbereitschaften im Längsschnitt eventuell doch Beziehungen zu Fluglärmwirkungen erkennen lassen.

Falls sich die Tieffluglärm-tätigkeit drastisch ändern sollte, wäre der Nachweis einer veränderten psychophysiologischen Reaktion von nicht zu unter-

schätzender Bedeutung zur Beantwortung der Frage der Bedeutsamkeit von militärischem Fluglärm für die Entstehung von Störungen bei Kindern.

### **Zusammenfassung**

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, mögliche Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf die Gesundheit von Kindern zu untersuchen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die relative Bedeutsamkeit von militärischer Tiefflugtätigkeit gelegt.

In einem Teil der Untersuchung führte die Landesanstalt für Immissionsschutz in Essen in sieben ausgewählten Orten innerhalb und außerhalb der sogenannten Area 2 Messungen zur Fluglärmstätigkeit durch.

In einer ersten Projektstufe wurden mittels eines Fragebogen-Screenings Kinder mit und ohne mögliche psychische / psychosomatische Auffälligkeiten erfaßt und in einer zweiten Projektstufe eine daraus gezogene Teilstichprobe, parallelisiert nach Alter, Wohnort und möglicher Auffälligkeit, in deren Wohnungen genauer untersucht. Dabei wurden neurologische, psychophysiologische, psychosomatische und testpsychologische Untersuchungen durchgeführt wie auch die nähere psychosoziale Situation der Kinder miterfaßt.

Die Untersuchungsergebnisse wurden in Zusammenhang mit der unterschiedlichen Lärmbelastung der Gebiete und dem Ausmaß an psychosozialer Hintergrundbelastung analysiert. Aus diesen Zusammenhangsanalysen läßt sich eine subtile, direkte Lärmeinwirkung auf die Gesundheit der Kinder feststellen. Unabhängig von den verschiedenen Auffälligkeitsgraden der Kinder und unabhängig von den psychosozialen Belastungsfaktoren läßt sich ein deutlicher Unterschied im psychophysiologischen Aktivierungsniveau erkennen, deren mögliche prognostische Bedeutung sich aber derzeit nicht abschätzen läßt. Für die Erklärung von psychischen und psychosomatischen Störungen haben demgegenüber psychosoziale Risikofaktoren eine hochsignifikante Bedeutung.

## Literatur

- Achenbach, T. M.: Developmental Psychopathology. New York: Wiley, 1982<sup>2</sup>
- Achenbach, T. M.: Assessment and taxonomy of child and adolescent psychopathology. Beverly Hills: Sage Publications, 1985
- Achenbach, T. M.: Manual for the Child Behavior Checklist/4-18 and 1991 Profile. Burlington, VT: University of Vermont, Department of Psychiatry, 1991
- Achenbach, T. M. & C. Edelbrock: The classification of child psychopathology: A review and analysis of empirical efforts. Psychological Bulletin, 85, 1275-1301, 1978
- Achenbach, T. M. & C. Edelbrock,: Manual for child behavior checklist. University of Vermont, Burlington, USA, 1983
- Achenbach, T. M., S. H. McConaughy: Empirical based assessment of child and adolescent psychopathology: Practical applications. Newbury Park, Sage, 1987
- Achenbach, T. M., F. C. Verhulst, D. Baron, G. W. Akkerhuis: Epidemiological Comparison of American and Dutch Children: I. Behavioral / Emotional Problems and Competencies Reported by Parents for Ages 4 to 16, Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 26, 317-325, 1987a
- Achenbach, T. M., F. C. Verhulst, D. Baron, G. W. Akkerhuis: Epidemiological Comparison of American and Dutch Children: I. Behavioral / Emotional Problems and Competencies Reported by Teachers for Ages 6 to 11, Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 26, 326-332, 1987b
- Albus, M.: Psychophysiologie von Angsterkrankungen. Nervenarzt, 61, S.639-646, 1990
- Allehoff, W. H., G. Esser, M. H. Schmidt: Noncompliance and dropouts as a problem of longitudinal studies in child psychology. Social Psychiatry, 23, 114-120, 1988
- Allehoff, W. H., G. Esser, R. E. Voll & M. H. Schmidt: Social class, social mobility and status differences in marriage: Relevant for children psychiatry? Social Psychiatry, 18, 103-112, 1983
- Ando, Y., Y. Nakane & J. Egawa: Effects of aircraftnoise on the mental word of pupils. Journal of Sound and Vibration, 43, 683-691, 1975
- Andren, L., G. Lindstedt, M. Björkman, K. O. Borg & L. Hansson: Effect of noise on blood pressure and 'stress' hormones. Clinical Science, 62, 137-141, 1982

- Andresen, B.: Differentielle Psychophysiologie valenzkonträrer Aktivierungsdimensionen. Peter Lang, Frankfurt 1987
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist: Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (CBCL/4-18). Arbeitsgemeinschaft Kinder-, Jugendlichen- und Familiendiagnostik (KJFD), c/o Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie der Universität zu Köln 1993a
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist: Handanweisung zum Auswertungsprogramm (cross informant program) für CBCL, TRF und YSR. Arbeitsgemeinschaft Kinder-, Jugendlichen- und Familiendiagnostik (KJFD), c/o Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie der Universität zu Köln 1993b
- Arnold, W., Eysenck, H.J. & Meili, R.: Lexikon der Psychologie. Herder, Freiburg 5. Aufl. 1988
- Babisch, W. & J. E. J. Gallacher: Traffic Noise, Blood Pressure And Other Risk Factors: The Caerphilly And Speedwell Collaborative Heart Disease Studies. 1990
- Bättig, K., H. Zeier, R. Müller & R. Buzzi: A Field Study on Vegetative Effects of Aircraft Noise. Arch. Environ. Health 35, No. 4, 228-235, 1980.
- Baltissen, R. & W. Boucsein: Effects of a Warning Signal on Reactions to Aversive White Noise Stimulation: Does Warning 'Short-Circuit' Habituation? Psychophysiology, Vol.23, No.2, 1986
- Barkley, R. A.: Child behavior rating scales and checklists. In: M. Rutter, A. H. Tuma, I. S. Lann, (Hrsg.): Assessment and Diagnosis in Child Pathology, 113-155. London: David Fulton Pbl. 1988
- Bartsch, R., C. Brückner & H. G. Dieroff: Influence of different kinds of noise on the ear and some physiological and psychological parameters. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 58, 217-226, 1986
- Becker-Carus, C., T. Heyden & G. Ziegler: Psychophysiologische Methoden. Stuttgart: Enke, 1979
- Berg, I., D. Fielding: An interview with a child to assess psychiatric disturbance. Journal of Abnormal Child Psychology, 1, 83-89, 1979
- Böhme, F., G. Esser, B. Geisel, B. Lahnert, M. Laucht & R. M. Stöhr: Mannheimer Jugendpsychiatrische Interviews. Mannheim: Kinder- und Jugendpsychiatrische Klinik am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, 1983. (unveröffentlicht)
- Borkovec, T., Weerts, T. & Bernstein, D.: Assessment of anxiety. in: Ciminero, A., Calhoun, K. & Adams, H. (Eds.): Handbook of behavioral assessment. Wiley, New York 1977
- Bortz, J.: Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin, Springer 1989

- Boucsein, W.: Elektrodermale Aktivität. Grundlagen, Methoden und Anwendungen. Springer, Berlin 1988
- Broadbent, D. E.: Individual differences in annoyance by noise. *Sound*, 6, 52-61, 1972
- Cacioppo, J.T. & Tassinari, L.G. (Eds.): Principles of psychophysiology - Physical, social, and inferential elements. Cambridge University Press, Cambridge 1990
- Cannon, W.B.: The interrelations of emotions as suggested by recent physiological researches. *American Journal of Psychology*, Vol. 25, 256-282, 1914
- Castell, R., A. Biener, K. Artner, H. Dilling: Häufigkeiten von psychischen Störungen und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern und ihre psychiatrische Versorgung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 9, 115-125, 1981
- Chattopadhyay, P.K., Bond, A.J. & Lader, M.H.: Characteristics of galvanic skin response in anxiety states. *J. of Psychiat. Research*, 12, p. 265-270, 1975
- Christie, B. & Gale, A.: Introduction. in: Gale, A. & Christie, B. (Eds.): Psychophysiology and the electric workplace. Chichester, Wiley 1987
- Clauss, G. & Ebner, H.: Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Frankfurt, Deutsch Verlag 2. Aufl. 1975
- Cohen, S., G. W. Evans, D. S. Krantz & D. Stokols: Psychophysiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children - motivating from the laboratory to the field. *American Psychologist*, 35, 3, 231-243, 1980
- Cooper, B.: Probleme der Falldefinition und der Fallfindung. *Nervenarzt*, 49, 437-444, 1978
- Costello, A. J., C. S. Edelbrock, M. K. Dulcan, R. Kalas & S. H. Klaric: Diagnostic interview schedule for children (DISC). Version XV. II: (unveröffentlicht) 1983
- Costello, A. J., C. S. Edelbrock, R. Kalas, M. D. Kessler & S. H. Klaric: The NIMH Diagnostic Interview Schedule for Children (DISC). Unpublished Interview Schedule, Department of Psychiatry, University of Pittsburgh, 1982
- Costello, A. J., C. S. Edelbrock, M. K. Dulcan, R. Kalas & S. H. Klaric: Development and testing of the NIMH Diagnostic Interview Schedule for Children in a clinic population. Final Report (Contract No. RFP-DB-81-0027). Rockville, MD: Center for Epidemiologic Studies, National Institute of Mental Health, 1984
- Costello, E. J., C. S. Edelbrock & A. J. Costello,: Validity of the NIMH Diagnostic Interview Schedule for Children: A comparison between psychiatric and pediatric referrals. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 13, 4, 579-596, 1985



- Cox, A., M. Rutter, B. Yule, D. Quinton: Bias resulting from missing information: Some epidemiological findings. *British Journal of Preventive & Social Medicine*, 2, 131-136, 1977
- Curio, I. & H. Ising: Gesundheitliche Auswirkungen des militärischen Tieffluglärms. Vorstudie. Forschungsbericht 86-105 01 112, Umweltbundesamt, Berlin 1986.
- Dall'ava-Santucci, J., S. Rouhani, D. Poggi, A. Moch, C. Colas, E. Cohen, C. Blaker, J.-P. Belon, P. Gauge & S. Poenaru: Study of the Pathophysiological Effects of Chronic Exposure to Environmental Noise in Man. in: B. Berglund, U. Berglund, J. Karlsson & T. Lindvall (ed.): *Noise as a Public Health Problem. Vol.2*, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1988
- Davison, G.C. & Neale, J.M.: *Klinische Psychologie. Ein Lehrbuch*. Urban & Schwarzenberg, München 1979
- Delin, C. O.: Does Many Years Work at a High Noise Level Necessarily Lead to Raised Blood Pressure ? in: B. Berglund, U. Berglund, J. Karlsson & T. Lindvall. (ed.): *Noise as a Public Health Problem. Vol. 2*, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1988
- Dijk, F. J. H. v., J. H. A. M. Verbeek & F. F. de Vries: Non-auditory effects of noise in industry. V. A field study in a shipyard. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 59, p.55-62, 1987a.
- Dijk, F. J. H. v., A. M. Souman & F. F. de Vries: Non-auditory effects of noise in industry. VI. A final field study in industry. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 59, 133-145, 1987b.
- Döpfner, M., Schmeck, K., Werner, B., Lehmkuhl, G. & Poustka, F.: Zur Reliabilität und faktoriellen Validität der Child Behavior Checklist - eine Analyse in einer klinischen und einer Feldstichprobe. *Z. Kinder-Jugendpsychiat.* 22, 189-205, 1994
- Döpfner, M., Fegert, J., Schmeck, K., Werner, B., Lehmkuhl, U., Lehmkuhl, G. & Poustka, F.: Normierung der Child Behavior Checklist in einer repräsentativen deutschen Stichprobe. in Vorb.
- DSM III: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* der American Psychiatric Association. Deutsche Bearbeitung und Einführung von K. Koehler und H. Saß, Weinheim: Beltz, 1984
- DSM III-R: *Diagnostische Kriterien und Differentialdiagnosen des Diagnostischen und Statistischen Manuals Psychischer Störungen*. Beltz Verlag, Weinheim, 1989

- Dunn, J.: Individual difference in temperament (in: Scientific Foundations of Developmental Psychiatry, hrsg. von M. Rutter), 101-109, Heinemann Medical, London, 1980
- Earls, F.: Epidemiological methods for research in child psychiatry. In: F. Earls: Studies of children. New York: Prodist, 1-33, 1980
- Edelberg, R.: Electrical properties of the skin. in: Brown, C.C.(Ed.): Methods in psychophysiology. Williams & Wilkins, Baltimore 1967
- Edelbrock, C., A. J. Costello, M. K. Dulcan, R. Kalas, N. C. Conover: Age differences in the reliability of the psychiatric interview of the child. Child Development, 56, 265-275, 1985
- Edelbrock, C., A. J. Costello, M. K. Dulcan, N. C. Conover & R. Kalas: Parent-child agreement on child psychiatric symptoms assessed via structured interview. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 27, 2, 181-190, 1986
- Edelbrock, C., A. J. Costello: Structured Psychiatric Interviews for Children. In: M. Rutter, A. H. Tuma, I. S. Lann (Hrsg.): Assessment and Diagnosis in Child Pathology, 87-112, London: David Fulton Pbl. 1988
- Eiberger, T. & B. Weyrer: DISC. Deutsche Übersetzung. München: Forschungsbe-  
reich Psychiatrische Epidemiologie und Evaluation, Psychiatrische Uni-  
versitätsklinik, 1985
- Eiff, A. W. v. & H. Neus: Verkehrslärm und Hypertonie-Risiko. 1. Mitteilung. Münch.med.Wschr., 122, Nr.24, 894-896, 1980.
- Eiff, A. W. v., G. Friedrich, W. Langewitz, H. Neus, H. Rüddel, G. Schirmer, & W. Schulte,: Verkehrslärm und Hypertonie-Risiko. Hypothalamus-Theorie der essentiellen Hypertonie - 2.Mitteilung. Münch.med.Wschr. 123, Nr.11, 420-424, 1981.
- Engel,B.T.: Response specificity. In: Greenfield,N.S. & Sternbach,R.A. (Eds.): Hand-  
book of Psychophysiology. Holt, New York 1972
- Englert, E., C. Hetzel & F. Poustka: Kindliche Psychopathologie und soziale Funk-  
tionseinschränkung. In Vorbereitung
- Esser, G., M. Schmidt: Minimale cerebrale Dysfunktion - Leerformel oder Syn-  
drom? Stuttgart: Enke, 1987
- Fahrenberg,J.: Psychophysiologische Methodik. In: Groffmann,K.J. & Mi-  
chel,L.(Hrsg.): Psychologische Diagnostik, Handbuch der Psychologie Bd  
6. Hogrefe, Göttingen 1980
- Fahrenberg , J., Walschburger, P., Foerster, F., Myrtek, M. & Müller, W.: Psycho-  
physiologische Aktivierungsforschung. Minerva, München 1979

- Fields, J. M.: The effect of number of noise events on people's reactions to noise: An analysis of existing survey data. *Journal of Acust. Soc. Am.*, 75, (2) 447-467, 1984
- Foerster, F., Schneider, H.J. & Walschburger, P.: Psychophysiologische Reaktionsmuster. Minerva, München 1983
- Fowles, D.C.: Electrodermal Activity and Antisocial Behavior: Empirical Findings and Theoretical Issues. in: Roy, J.-C., Boucsein, W., Fowles, D.C. & Gruzelier, J.H. (Eds.): *Progress in Electrodermal Research*. New York, Plenum Press 1993
- Fruhstorfer, B. & H. Hensel: Extra-auditory responses to long-term intermittent noise stimulation in humans. *J.Appl.Physiol.*, 49, 985-993, 1980.
- Geisel, B., H. G. Eisert, M. H. Schmidt & H. Schwarzbach: Entwicklung und Erprobung eines Screening-Verfahrens für kinderpsychiatrisch anfällige Achtjährige. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 5, 173-180, 1982
- Gierke, H. E. v. & C. S. Harris: On The Potential Associations Between Noise Exposure And Cardiovascular Disease. in: Berglund, B. & T. Lindvall (ed.): *Noise as a Public Health Problem*. Vol.4, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1990
- van Goor-Lambo, G.: The Reliability of Axis V of the Multiaxial Classification Scheme. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 4, 597-612, 1987
- van Goor-Lambo, G., J. Orley, F. Poustka, M. Rutter: Classification of abnormal psychosocial situations: Preliminary report of a revision of a W.H.O. scheme. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31, 229-241, 1990
- Griefahn, B.: Grenzwerte vegetativer Belastbarkeit. Zum gegenwärtigen Stand der psychophysiologischen Lärmforschung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 131-136, 1982
- Gruzelier, J.H. & Venables, P.H.: Skin conductance orienting activity in a heterogeneous sample of schizophrenics: Possible evidence of limbic dysfunction. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 155, S.277-287, 1972
- Guski, R.: *Lärm. Wirkungen unerwünschter Geräusche*, Bern: Huber, 1987
- Guski, R.: *Lärmwirkungen aus der Perspektive der ökologischen Psychologie*. in: Poustka, F. (Hrsg.): *Die physiologischen und psychischen Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebs*. Stuttgart: Huber, 1991
- Hare, R.D.: Psychopathy. in: Venables, P.H. & Christie, M.J. (Eds.): *Research in psychophysiology*. Wiley, London 1975
- Hart, J.D.: Physiological responses of anxious and normal subjects to simple signal and non-signal auditory stimuli. *Psychophysiology*, 11, p. 443-451, 1974

- Ising, H., D. Dienel, T. Günther & B. Markert: Health Effects of Traffic Noise. Int. Arch. Occup. Environ. Health , 47, 179-190, 1980a
- Ising, W., B. Markert, T. Günther, R. Guski & P. Schulz: Zur Gesundheitsgefährdung durch Verkehrslärm. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 27, 1-8, 1980b
- Ising, H., W. Babisch, J. Gandert & B. Scheuermann: Hörschäden bei jugendlichen Berufsanfängern aufgrund von Freizeitlärm und Musik. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 34, 1-7, 1987
- Ising, H. & R. Michalak: Effects of Noise from Military Low-Level Flights on Humans: Part II. in: Berglund, B. & T. Lindvall (ed.): Noise as a Public Health Problem. Vol.4 , Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1990
- Ising, H., E. Rebentisch, I. Curio, F. Poustka, & R. Michalak: Belästigung und Gesundheitsgefährdung durch militärischen Tieffluglärm. in: F. Poustka (Hrsg.): Die physiologischen und psychischen Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebs. Huber, Bern 1991
- IST - Gesellschaft für angewandte Sozialwissenschaft und Statistik, Heidelberg: Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebes auf die Bevölkerung der Vorderpfalz, Heidelberg: IST, 1986
- Job, R. F. S.: Community responses to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. J. Acoust. Soc. Am. 83, 3, 991-1001, 1988
- Johnson, A. & Anderson, E.: Stress and arousal. in: Cacioppo, J.T. & Tassinary, L.G. (Eds.): Principles of psychophysiology - Physical, social, and inferential elements. Cambridge University Press, Cambridge 1990
- Kleining, G., H. Moore: Soziale Selbsteinstufung (SSE). Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 20, 502-552, 1968
- Knipschild, P.: V. Medical Effects of Aircraft Noise: Community Cardiovascular Survey. Int. Arch. Occup. Environ. Health 40, 185-190 , 1977a
- Knipschild, P.: VI. Medical Effects of Aircraft Noise: General Practice Survey. Int. Arch. Occup. Environ. Health 40, 191-196 , 1977b
- Knipschild, P. & H. Salle: Road Traffic Noise and Cardiovascular Disease. A Population Study in The Netherlands. Int. Arch. Occup. Environ. Health 44, 55-59, 1979
- Kodama, H.: Psychological effect of aircraft noise upon inhabitants of an airport neighbourhood. in: Rohrmann, B., H. O. Finke, R. Guski, R. Schürmer & A. Schürmer-Kohrs: Fluglärm und seine Wirkung auf den Menschen. München: Huber, 1978

- Kolvin, I., R. F. Garside; C. M. Hulbert; H. I. J. van der Spuy; F. Wolstenholme and R. M. Wrate: Evaluation of psychiatric services for children in England and Wales. In: J.K. Wing, H. Häfner (Eds.) *Roots of Evaluation. The epidemiological basis for planning psychiatric services.* pp 131-162, Nuffield Provincial Hospitals Trust by the Oxford University Press London, New York, Toronto, 1973.
- Kruesi, M.J.P., Hibbs, E.D., Zahn, T.P., Keysor, C.S., Hamburger, S.D., Bartko, J.J. & Rapoport, J.L.: A 2-Year Prospective Follow-up Study of Children and Adolescents with Disruptive Behavior Disorders. *Arch. Gen. Psychiatry*, 1992, 49, p.429-435
- Lader, M.H. & Wing, L.: *Psychological measures, sedative drugs, and morbid anxiety.* Oxford University Press, London 1966
- Le Couteur, A., Rutter, M., Lord, C., Rios, P., Robertson, S., Holdgrafer, M. & McLennan, J. (1989). Autism diagnostic interview: a standardized investigator-based instrument. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19, 363-387.
- Maier, K., Ambühl-Caesar, G. & Schandry, R.: *Entwicklungspsychophysiologie - Körperliche Indikatoren psychischer Entwicklung.* Psychologie Verlags Union, München 1994
- Maliphant, R., Hume, F. & Furnham, A.: Autonomic Nervous System (ANS) Activity, Personality Characteristics and Disruptive Behaviour in Girls. *J. Child Psychol. Psychiat.* Vol. 31, No. 4, 1990, pp. 619-628
- Martin, J. & P. Venables: *Techniques in psychophysiology.* Chichester: J. Wiley, 1980
- Mason, J.W.: A review of psychoendocrine research on the pituitary-adrenal cortical system. *Psychosomatic Medicine*, Vol. 30, 576, 1968
- Mclean, E. K. & A. Tarnopolsky: Noise, discomfort and mental health. A review of of the socio-medical implications of disturbance by noise. *Psychol. Medicine* 7, 19-62, 1977
- Mednick, S.A. & Schulsinger, F.: A learning theory of schizophrenia: Thirteen years later. in: Hammer, M., Salzinger, K. & Sutton, S. (Eds.): *Psychopathology.* Wiley, New York 1973
- Melamed, S., T. Najenson, J. Luz, E. Jucha & M. Green: Noise Annoyance, Industrial Noise Exposure and Psychological Stress Symptoms among Male and Female Workers. in: B. Berglund, U. Berglund, J. Karlsson & T. Lindvall, (ed.): *Noise as a Public Health Problem.* Vol.2, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1988

- Meyer-Falcke, A.: Physiologische Funktionsänderungen bei Beschallung durch Flugzeugtriebwerke. in: F. Poustka (Hrsg.): Die physiologischen und psychischen Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebs. Huber, Bern 1991
- Moskov, J. I. & J. H. Ettema: II. Extra-Auditory Effects in Short-Term Exposure to Aircraft and Traffic Noise. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40, 165-173, 1977a
- Moskov, J. I. & J. H. Ettema: III. Extra-Auditory Effects in Short-Term Exposure to Noise from a Textile Factory. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40, 174-176, 1977b
- Moskov, J. I. & J. H. Ettema: IV. Extra-Auditory Effects in Long-Term Exposure to Aircraft and Traffic Noise. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40, 177-184, 1977c
- Nicol, A. R.: Longitudinal studies in child psychology and psychiatry. Chichester: Wiley & Sons, 1985
- Otten, H., W. Schulte & A. W. v. Eiff.: Traffic Noise, Blood Pressure And Other Risk Factors: The Bonn Traffic Noise Study. in: B. Berglund & T. Lindvall (ed.): Noise as a Public Health Problem. Vol.4, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1990
- Pflanz, M.: Allgemeine Epidemiologie. Stuttgart: Thieme, 1973
- Poustka, F.: Schulphobie. Differentialdiagnose und Behandlungsindikation. *Pädiatrische Praxis*: 23, 575-586, 1980
- Poustka, F.: Psychiatrische Störungen bei Kindern ausländischer Arbeitnehmer. Eine epidemiologische Untersuchung. Stuttgart: Enke, 1984
- Poustka, F.: Kinderpsychiatrische Untersuchungen. In: H. Remschmidt, & M. H. Schmidt: Kinder- und Jugendpsychiatrie in Klinik und Praxis, Band I, 478-511, Stuttgart: Thieme, 1988
- Poustka, F. (Hrsg.): Die physiologischen und psychischen Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebs. Stuttgart: Huber, 1991
- Poustka, F., H. B. Schwarzbach: Mannheimer epidemiologisches Elterninterview (unveröffentlicht) 1977
- Poustka, F., H. B. Schwarzbach, M. H. Schmidt & H. G. Eisert: Planning an epidemiological study in Mannheim. In: P. J. Graham: Epidemiologic Approaches in Child Psychiatry, London: Academic Press, 353-375, 1977
- Poustka, F. & K. Schmeck: Über die psychischen Auswirkungen von militärischer Tiefflugtätigkeit auf Kinder. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 2, 18, 61-70, 1990

- Poustka, F. & K. Schmeck: Unterschiedliche Bedeutsamkeit von psychosozialen Risikofaktoren für psychische Auffälligkeit von Jungen und Mädchen verschiedener Altersgruppen. in : Poustka, F. & Lehmkuhl, U.(Hrsg.): Gefährdung der kindlichen Entwicklung. Quintessenz, München 1993
- Poustka, F., P. Eckermann & K. Schmeck: Effect of aircraft noise and psychosocial stressors on mental disturbances of children and adolescents - an epidemiological survey in Westphalia. in: Remschmidt, H. & M.H. Schmidt (Hrsg.): Developmental Psychopathology. Göttingen: Hogrefe, 1991
- Poustka, F., E. Englert: Psychopathometrische Untersuchung bei Adoleszenten unter Verwendung von Selbstbeurteilungsinstrumenten unter Berücksichtigung von Funktionseinschränkungen (in Vorbereitung)
- Quinton D., Rutter M. Early hospital admissions and later disturbances of behaviour: An attempted replication of Douglas findings, Developmental Medicine and Child Neurology, 18, 447-459, 1976 Raine, A. & Venables, P.H.: Tonic heart rate level, social class, and antisocial behaviour in adolescents. Biol. Psychol. 1984, 18, p.123-132
- Raine, A., Venables, P.H. & Williams, M.: Relationships Between Central and Autonomic Measures of Arousal at Age 15 Years and Criminality at Age 24 Years. Arch. Gen. Psychiatry, 1990, 47, p.1003-1007
- Raskin, M.: Decreased skin conductance response habituation in chronically anxious patients. Biol. Psychol. 1975, 2, p.309-319
- Reich, W., B. Herjanic, Z. Welner & P. R. Gandhi: Development of a structured psychiatric interview for children: Agreement on diagnosis comparing child and parent interviews. Journal of abnormal child psychology, 10, 4, 325-336, 1982
- Remschmidt, H. & M. Schmidt: Multiaxiales Klassifikationsschema für psychiatrische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter nach Rutter Shaffer und Sturge. Bern: Huber, 1986<sup>2</sup>
- Remschmidt, H. & Walter, R.: Psychische Auffälligkeiten bei Schulkindern. Hogrefe, Göttingen 1990
- Resch, F.: Das Dilemma psychobiologischer Forschung vom Standpunkt der Vulnerabilitätshypothese. Acta Paedopsychiatrica, 51, S.51-55, 1988
- Rohrer, C.: Erfahrungen und Erlebtes eines Arztes im Flughafengebiet Zürich-Kloten. In: Kampf um den Lärm, 17, 20-24, 1970
- Rohrmann, B.: Psychologische Forschung und umweltpolitische Entscheidungen: Das Beispiel Lärm. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1984
- Rohrmann, B., H. O. Finke, R. Guski, R. Schürmer & A. Schürmer-Kohrs: Fluglärm und seine Wirkung auf den Menschen. München: Huber, 1978

- Roth, W. T., K. H. Dorato & K. S. Kopell: Intensity and task effects on evoked physiological responses to noise burst. *Psychophysiology*, 21, 4, 466-481, 1984
- Rothenberger, A.: EEG und evozierte Potentiale im Kindes- und Jugendalter. Springer, Berlin 1987
- Rutter, M.: Protective factors in children's responses to stress and disadvantage. In: M. M. Kent & J. Rolf (Hrsg.) *Primary Prevention of Psychopathology*, Vol. III. *Social Competence in Children*, 79-74. Hannover, New Hampshire: University Press of New England, 1979
- Rutter, M.: Family and school influences on behavioral development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 26, 369-380, 1985
- Rutter, M., P. Graham: The reliability and validity of the psychiatric assessment of the child. I.: Interview with the child. *British Journal of Psychiatry*, 114, 563-579, 1968
- Rutter, M., P. Graham, W. Yule: A neuropsychiatric study in childhood. *Clinics in Developmental Medicine*, No. 35 / 36. London: Heinemann / Spastics International Medical Publications, 1970a
- Rutter, M., J. Tizard & K. Whitmore: *Education, Health and Behaviour*. London: Longman, 1970b
- Rutter, M. & J. A. M. Martin: The child with delayed speech. London: W. Heinemann Medical Books Ltd., 1972
- Rutter, M., B. Yule, D. Quinton, O. Rowlands, W. Yule & M. Berger: Attainment and adjustment in two geographical areas. III: Some factors accounting for area differences. *British Journal of Psychiatry*, 126, 520-533, 1975
- Rutter, M., P. Graham, O. Chadwick, W. Yule: Adolescent turmoil: fact or fiction? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 35-56, 1976
- Rutter, M., D. Quinton: Psychiatric disorder - ecological factors and concepts of causation. In: M. McGurk (Hrsg.) *Ecological Factors in Human Development*, 173-187, Amsterdam: North-Holland, 1977
- Salzman, L.F. & Klein, R.H.: Habituation and conditioning of electrodermal responses in high-risk children. *Schizophrenia Bulletin*, 4, S. 210-222, 1978
- Saterdag, H., H. Stegmann: Jugendliche beim Übergang vom Bildungs- in das Beschäftigungssystem. *Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, 41, Nürnberg: Bundesanstalt für Arbeit, 1980
- Schachter, S. & Singer, J.E.: Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychol. Rev.* 69, 379-399, 1962
- Schandry, R.: *Lehrbuch Psychophysiologie - Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*. Psychologie Verlags Union, München 2. Aufl. 1989



- Scheidt, R., R. Bartsch & C. Brückner: Die extraaurale Wirkung von Lärm - eine Literaturübersicht. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 33, 151-159, 1986
- Schmeck, K.: Beeinträchtigung von Kindern durch Fluglärm. Eschborn: Klotz Verlag, 1992
- Schmeck, K.: Psychophysiologische Reaktionsmuster bei Kindern und Jugendlichen mit unterschiedlichen psychischen Störungen. in: F.Poustka & U.Lehmkühl (Hrsg.): Gefährdung der kindlichen Entwicklung. Quintessenz, München 1993
- Schmeck, K. & Poustka, F.: Psychophysiologische Reaktionsmuster und psychische Auffälligkeiten im Kindesalter. in: P. Baumann (Hrsg.): Biologische Psychiatrie der Gegenwart. Springer, Wien 1993
- Schmeck, K. & Poustka, F.: Psychophysiologische Aktivierung - Wie reagieren ängstliche vs. ausagierende Kinder ? TW Pädiatrie, Vol. 7, S. 277-284, 1994
- Schonecke, O.W. & Hermann, J.M.: Psychophysiologie. In: Uexküll, T.v.: Psychosomatische Medizin. Urban & Schwarzenberg, München 1990
- Schwartz Gould, M., R. Wunsch-Hitzig, B. Dohrenwend: Estimating the prevalence of childhood psychopathology. Journal of the American Academy of Child Psychiatry, 3, 463-476, 1981
- Schwarzbach, H.: Zur Güte und Praktikabilität eines strukturierten kinderpsychiatrischen Interviews. Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie, 6, 18-23, 1978
- Selye, H.: The stress of life. McGraw-Hill, New York 1978
- Siddle, D.A.T. & Turpin, G.: Measurement, Quantification, and Analysis of Cardiac Activity. In: Martin, I. & Venables, P.H.: Techniques in Psychophysiology. Wiley, New York 1980
- Spreng, M.: Effects of Noise from Military Low-Level Flights on Humans: Part I. in: B. Berglund & T. Lindvall (ed.): Noise as a Public Health Problem. Vol.4 , Swedish Council for Building Research, Stockholm, Schweden 1990
- Spreng, M., S. Leupold & B. Emmert: Mögliche Gehörschäden durch Tieffluglärm, Forschungsbericht 10501213/04, Institut für Physiologie und Biokybernetik, Universität Erlangen - Nürnberg, im Auftrag des Umweltbundesamtes, (unveröffentlicht), Juli 1987
- Stansfeld, S. A., C. R. Clark, L. M. Jenkins & A. Tarnopolsky: Sensitivity to noise in a community sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. Psychological Medicine, 15, 243-254, 1985a

- Stansfeld, S. A., C. R. Clark, G. Turpin, L. M. Jenkins & A. Tarnopolsky: Sensitivity to noise in a community sample: II. Measurement of psychophysiological indices. *Psychological Medicine*, 15, 255-263, 1985b
- Stephan, E.: Einflüsse von Tiefflügen auf Physiologie und Verhalten von domestizierten Wirbeltieren. in: Poustka, F. (Hrsg.): *Die physiologischen und psychischen Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebs*. Stuttgart: Huber, 1991
- Stern, D.N.: *Tagebuch eines Babys - Was ein Kind sieht, spürt, fühlt und denkt*. Piper, München, Neuauflage 1993
- Stern, R. & Sison, C.: Response patterning. in: Cacioppo, J.T. & Tassinari, L.G. (Eds.): *Principles of psychophysiology - Physical, social, and inferential elements*. Cambridge University Press, Cambridge 1990
- Strauch, H.: Geräuschimmissionen durch tieffliegende Militärflugzeuge. in: Poustka, F. (Hrsg.): *Die physiologischen und psychischen Auswirkungen des militärischen Tiefflugbetriebs*. Stuttgart: Huber, 1991
- Szadkowski, D.: Umgebungseinflüsse am Arbeitsplatz: Lärm. In: W. Rohmert und J. Rutenfranz (Hrsg.): *Praktische Arbeitsphysiologie*, 266-285, Stuttgart: Thieme, 1983
- Takahashi, I. & S. Kyo: Studies on the differences of adaptabilities to the noisy environment in sexes and growing process. *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, 76, 34-51, 1968
- Tarnopolsky, A., G. Watkins & D. J. Hand: Aircraft noise and mental health. I. Prevalence of individual symptoms. *Psychological Medicine*, 10, 683-698, 1980
- Thomas, A., S. Chess: *Temperament und Entwicklung*. Stuttgart: Enke, 1980
- Turpin, G.: Quantification, analysis and interpretation of phasic cardiac responses. In: D. Papakostopoulos, S. Butler, I. Martin, (Hrsg.): *Clinical and Experimental Neuropsychophysiology*, 500-530, London: Croom Helm, 1985
- Turpin, G.: Ambulatory psychophysiological monitoring: Techniques and applications. In: D. Papakostopoulos, S. Butler, I. Martin, (Hrsg.): *Clinical and Experimental Neuropsychophysiology*, 695-728, London: Croom Helm, 1985
- Venables, P.H.: Autonomic Reactivity. in: Rutter, M. (Ed.): *Scientific Foundations of Developmental Psychiatry*. Heinemann, London 1980
- Venables, P.H.: The Emanuel Miller Memorial Lecture 1987. Childhood Markers for Adult Disorders. *J. Child Psychol. Psychiat.*, 30, No. 3, p. 347-364, 1989
- Venables, P. H. & M. J. Christie: *Research in psychophysiology*. London - New York - Sydney - Toronto: John Wiley & Sons, 1975

- Verbeek, J. H. A. M., F. J. H. v. Dijk & F. F. de Vries : Non-auditory effects of noise in industry. IV. A field study on industrial noise and blood pressure. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 59, 51-54, 1987
- Verhulst, P. H.: Mental health in dutch children - an epidemiological study. Rotterdam: Department of Child Psychiatry Academic Hospital, Netherlands, 1985
- Vitinius, F.: Psychophysiologische Untersuchungen in der Kinder- und Jugendpsychiatrie am Beispiel sogenannter hyperaktiver Kinder - Eine kritische Analyse der Literatur. Dissertation, Frankfurt 1991
- Vitinius, F., F. Poustka: Psychophysiologische Untersuchungen in der Kinder- und Jugendpsychiatrie (in Vorbereitung)
- Voll, R., W. H. Allehoff, G. Esser, F. Poustka & M. H. Schmidt: Widrige familiäre und soziale Bedingungen und psychiatrische Auffälligkeit bei 8-Jährigen. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 10, 100-109, 1982
- Vossel, G., *Elektrodermale Labilität*. Hogrefe, Göttingen, 1990
- Walschburger, P.: Zur Standardisierung und Interpretation elektrodermaler Meßwerte im psychologischen Experiment. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, XXII, 3, 514-533, 1975
- Watkins, G., A. Tarnopolsky & L. M. Jenkins: Aircraft noise and mental health: II. Use of medicines and health care services. *Psychological Medicine*, 11, 155-168, 1981
- Wefers, H.: Ausfälle bei Datenerhebungen unter besonderer Berücksichtigung der kinder- und jugendpsychiatrischen Epidemiologie und einem Beispiel zur Ermittlung des Verzerrungsfehlers. Universität Frankfurt, Fb. Humanmedizin, 1990
- Weiner, H.: *Psychobiology and human disease*. Elsevier, New York 1977
- Weinstein, N. D.: Individual differences in critical differences and noise annoyance. *Journal of sound and vibration*, 68, 241-248, 1980
- Werner, E.; Smith, R.: *Vulnerable but invincible*, Mc Growhill, New York, 1982
- WHO: Axis Five. Associated Abnormal Psychosocial Situations. Draft Multiaxial Classification of Child Psychiatric Disorder. W.H.O. Dokument MNH / PRO / 86.1 Rev.1: Division of Mental Health. W.H.O., Geneva, 1988
- Wittling, W.: Psychophysiologische Diagnostik. in: Wittling, W. (Hrsg.): *Handbuch der klinischen Psychologie*. Band 1. Hoffmann und Campe, Hamburg 1980a
- Wittling, W.: Biofeedback-Therapie. in: Wittling, W. (Hrsg.): *Handbuch der klinischen Psychologie*. Band 1. Hoffmann und Campe, Hamburg 1980b

- Wu, T. N., J. T. Huang, P. F. S. Chou & P. Y. Chang: Effects of noise exposure and task demand on cardiovascular function. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 60, 99-105, 1988
- Zahn, T.P.: Psychophysiological approaches to psychopathology. in: Coles, M.G.H., Dordin, E. & Porges, S.W. (Eds.): *Psychophysiology: systems, processes and applications*. New York, Guilford Press 1986
- v. Zerssen, D.: *Die Beschwerdeliste, Manual*. Weinheim: Beltz-Test, 1976

TAB. A1 ALLE DIAGNOSEN (ENTSPR. DSM-III) NACH ANGABEN DER ELTERN UND KINDER MIT GEGENÜBERSTELLUNG DER MEHRFACHDIAGNOSEN

Elt.+ Kind	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	34
1 ADD +	7	++						2								1			4								1						
2 ADD -	0	++																															
4 AtyADD	0		++																														
5 CSA +	3				++			2	1							1			1				1								1		
8 CSA -	0					++																											
9 AtyC*	2					2	++	1								1			1				1								1		
10 OPP	20	2			1		1	++	1							1			7				1										
11 ENU	12							1	++									2															
12 ENK	1									++																							
13 SEPAX	1													++	1			1															
14 AV	3													1	++		1		2														
15 OvAx	3	1				1		1	1						++				2				1				1				1		
16 Ago	4													1	1		++	1															
17 SoPh	0																																
18 SiPh	64	4			1	1	7	2						1	2	2	1		++			1					5	1	1		1		
19 Panic*	0																		++														
20 Zw	0																			++													
21 ANO	0																				++												
22 Bul*	3					1		1	1					1					1			++					1		1				
23 Schiz*	0																					++											
24 Man*	0																								++								
25 Maj.D*	0																									++							
26 MAN Ep	11	1																									++						
27 Cykl	1																		5				1				++	1			3		
28 Dysth*	1																		1								1	++					
29 AlkAb	1																		1				1										
30 AlkDep*	5																																
31 TABDep	15																																
34 ODrugV*	1																																

Insges. 158

\* = nur als Diagnose nach Angaben durch Kinder erhoben (Bemerkungen zur Häufigkeit "0" s. Text)

Legende siehe unten

N = Häufigkeit der Diagnosen; die Spaltensummen können, da es sich um verschiedene Mehrfachüberlappungen handelt, nicht sinnvoll addiert werden)

Legende (Diagnostische Bezeichnungen nach DSM-III, mit der angepaßten Verschlüsselung entsprechend der ICD-Nr. (Internationale Klassifikation der Krankheiten der Weltgesundheitsorganisation)):

	ICD-Nr:
1 ADD+	Störungen mit Aufmerksamkeitsdefizit bei Hyperaktivität ..... (314.01)
2 ADD-	Störungen mit Aufmerksamkeitsdefizit ohne Hyperaktivität ..... (314.00)
4 AtyADD	Atypische Störungen mit Aufmerksamkeitsdefizit ..... (314.99)
5 CSA+	Verhaltensstörungen mit Sozialisierungsmängeln, aggressiv ..... (312.00)
8 CSA-	Verhaltensstörungen mit Sozialisierungsmängeln, nichtaggressiv ..... (312.10)
9 AtyC	Verhaltensstörungen, atypische ..... (312.90)
10 OPP	Trotzverhalten ..... (313.81)
11 ENU	Funktionelle Enuresis ..... (307.60)
12 ENK	Funktionelle Enkopresis ..... (307.70)
13 SEPAX	Angstsyndrom mit Trennungsangst ..... (309.21)
14 AV	Angstsyndrom mit Vermeidungsverhalten im Kindes- oder Jugendalter ..... (313.21)
15 OvAx	Angstsyndrom mit Überängstlichkeit ..... (313.00)
16 Ago	Agoraphobie ohne Panikattacken ..... (300.22)
17 SoPh	Soziale Phobie ..... (300.23)
18 SiPh	Einfache Phobie ..... (300.29)
19 Panic	Paniksyndrom ..... (300.01)
20 Zw	Zwangssyndrom (oder Zwangsneurose) ..... (300.30)
21 ANO	Anorexia Nervosa ..... (307.10)
22 Bul	Bulimie ..... (307.51)
23 Schiz	Schizophrenie ..... (295.xx)
24 Man	Bipolare Störung, manisch ..... (296.6x)
25 Maj.D	Typische (Major) Depression ..... (296.2x)
26 ManEp	Manische Episode ..... (296.44)
27 Cykl	Zyklothyme Störung ..... (301.13)
28 Dysth	Dysthyme Störung ..... (300.40)
29 AlkAb	Alkoholmißbrauch ..... (305.0x)
30 AlkDep	Alkoholabhängigkeit ..... (303.9x)
31 TABDep	Nikotinabhängigkeit ..... (305.1x)
34 ODrugV	Andere Substanzabhängigkeit ..... (304.9x)



## **Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V.**

Nr. 1*:	Stooff: Chemische und physikalisch-chemische Fragen der Wasserversorgung	
Nr. 2*:	Meinck: Englisch-deutsche und deutsch-englische Fachausdrücke aus dem Gebiete der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung	
Nr. 3*:	Kisker: Die Überwachung der Grundstückskläranlagen	
Nr. 4*:	Kolkwitz: Ökologie der Saprobien	
Nr. 5*:	Beger: Leitfaden der Trink- und Brauchwasserbiologie	
Nr. 6*:	Meinck/Stooff/Weldert/Kohlschütter: Industrie-Abwasser	
Nr. 7*:	Lüdemann: Die Giftwirkung des Mangans auf Fische, Krebse und Fischnährtiere	
Nr. 8:	Büsscher: Untersuchungen über den Aufwuchs in Wasserbecken und seine Bekämpfung mit Kupfersulfat .....	2,60 DM
Nr. 9:	Meinck/Thomaschk: Untersuchungen über den anaeroben Abbau von Viskoseschlamm .....	4,40 DM
Nr. 10:	Beyreis/Heller/Bursche: Beiträge zur Außenlufthygiene .....	9,60 DM
Nr. 11:	Steinkohlenflugasche .....	15,00 DM
Nr. 12*:	Bethge/Löbner/Nehls/Kettner/Lahmann: Außenlufthygiene. 1. Folge	
Nr. 13*:	Bethge/Büsscher/Zinkernagel/Löbner: Außenlufthygiene. 2. Folge	
Nr. 14a*:	Kruse: Einheitliche Anforderungen an die Trinkwasserbeschaffenheit und Untersuchungsverfahren in Europa	
Nr. 14b:	Einheitliche Anforderungen an die Beschaffenheit, Untersuchung und Beurteilung von Trinkwasser in Europa	8,60 DM
Nr. 15:	Löbner: Ergebnisse von Staubbiederschlagsmessungen an verschiedenen Orten Deutschlands	2,00 DM
Nr. 16:	Naumann/Heller: Probleme der Verunreinigung von Grund- und Oberflächenwasser durch Mineralöle und Detergentien. Luftverunreinigung und Abhilfemaßnahmen .....	2,50 DM
Nr. 17:	Aurand/Delius/Schmier: Bestimmung der mit Niederschlag und Staub dem Boden zugeführten Radioaktivität (Tropfsammelverfahren) .....	4,00 DM
Nr. 18*:	Naumann: 60 Jahre Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene	
Nr. 19:	Abhandlungen aus dem Arbeitsgebiet des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene .....	17,60 DM



Nr. 20:	Sattelmacher: Methämoglobinämie durch Nitrate im Trinkwasser .....	4,80 DM
Nr. 21:	Vorträge auf der Jahrestagung des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 1963 in Berlin .....	4,80 DM
Nr. 22:	Langer/Kettner: Vorträge auf der Jahrestagung des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 1964 in Köln .....	5,10 DM
Nr. 23:	Lahmann: Luftverunreinigung in den Vereinigten Staaten von Amerika .....	5,60 DM
Nr. 24*:	Mauch: Bestimmungsliteratur für Wasserorganismen in mitteleuropäischen Gebieten	
Nr. 25:	Lahmann/Morgenstern/Grupinski: Schwefeldioxid-Immissionen im Raum Mannheim/Ludwigshafen .....	6,80 DM
Nr. 26:	Kempf/Lüdemann/Pflaum: Verschmutzung der Gewässer durch motorischen Betrieb, insbesondere durch Außenbordmotoren .....	8,50 DM
Nr. 27:	Neuzeitliche Wasser-, Boden- und Lufthygiene .....	10,80 DM
Nr. 28:	Lahmann: Untersuchungen über Luftverunreinigungen durch den Kraftverkehr .....	13,40 DM
Nr. 29:	Heller/Kettner: Forschungsarbeiten über Blei in der Luft und in Staubbiederschlägen .....	11,60 DM
Nr. 30:	Meteorologie und Lufthygiene .....	19,80 DM
Nr. 31*:	Die Desinfektion von Trinkwasser	
Nr. 32*:	Rattenbiologie und Rattenbekämpfung	
Nr. 33:	Beiträge aus dem Gebiet der Umwelthygiene .....	30,80 DM
Nr. 34*:	Gewässer und Pestizide. 1. Fachgespräch	
Nr. 35:	Kettner: Geruchsbelästigende Stoffe .....	15,00 DM
Nr. 36:	Durchlässigkeit von Lockersedimenten — Methodik und Kritik .....	9,20 DM
Nr. 37*:	Gewässer und Pflanzenschutzmittel. 2. Fachgespräch	
Nr. 38*:	Umweltschutz und öffentlicher Gesundheitsdienst	
Nr. 39:	Schadstoff-Normierung der Außenluft in der Sowjetunion — MIK-Werte und Schutzzonen 1972 .....	4,60 DM
Nr. 40:	Hygienisch-toxikologische Bewertung von Trinkwasserinhaltsstoffen .....	21,50 DM
Nr. 41:	Lufthygiene 1974 .....	26,00 DM
Nr. 42:	Immissionssituation durch den Kraftverkehr in der Bundesrepublik Deutschland .....	70,00 DM
Nr. 43*:	Schwimmbadhygiene (vgl. Nr. 58)	
Nr. 44:	Zur Diskussion über das Abwasserabgabengesetz .....	18,00 DM
Nr. 45:	Siedlungshygiene und Stadtplanung .....	31,00 DM
Nr. 46:	Gewässer und Pflanzenschutzmittel. 3. Fachgespräch	32,00 DM

Nr. 47:	Dulson: Organisch-chemische Fremdstoffe in atmosphärischer Luft .....	28,00 DM
Nr. 48:	Chemisch-ökologische Untersuchungen über die Eutrophierung Berliner Gewässer unter besonderer Berücksichtigung der Phosphate und Borate .....	35,50 DM
Nr. 49*:	Lahmann/Prescher: Luftverunreinigungen in der Umgebung von Flughäfen	
Nr. 50:	Oetting: Hydrogeochemische Laboruntersuchungen an Bergmaterialien und einer Hochofenschlacke .....	43,20 DM
Nr. 51:	Gewässer und Pflanzenbehandlungsmittel IV. 4. Fachgespräch .....	28,50 DM
Nr. 52:	Aktuelle Fragen der Umwelthygiene .....	65,00 DM
Nr. 53*:	Luftqualität in Innenräumen	
Nr. 54:	Limnologische Beurteilungsgrundlagen der Wassergüte (Kolkwitz-Symposium) .....	12,50 DM
Nr. 55:	Atri: Schwermetalle und Wasserpflanzen .....	29,00 DM
Nr. 56:	Zellstoffabwasser und Umwelt .....	48,00 DM
Nr. 57*:	Gewässerschutz — Abwassergrenzwerte, Bioteste, Maßnahmen	
Nr. 58:	Schwimmbadhygiene II .....	33,00 DM
Nr. 59:	Lufthygiene 1984 .....	48,00 DM
Nr. 60*:	Atri: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt I	
Nr. 61:	Figge/Klahn/Koch: Chemische Stoffe in Ökosystemen	48,00 DM
Nr. 62:	Chemical Water and Wastewater Treatment .....	60,00 DM
Nr. 63:	Humanökologie — Umwelt-, Innenraum- und Siedlungshygiene .....	38,00 DM
Nr. 64:	Boden- und Grundwasserschutz .....	46,00 DM
Nr. 65:	Umwelthygiene für Ärzte und Naturwissenschaftler ....	78,00 DM
Nr. 66:	Atri: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt II ....	65,00 DM
Nr. 67:	Luftverunreinigung durch Kraftfahrzeuge .....	48,00 DM
Nr. 68*:	Grundwasserbeeinflussung durch Pflanzenschutzmittel	
Nr. 69:	Smogepisoden .....	58,00 DM
Nr. 70:	Atri: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt IV ....	76,00 DM
Nr. 71:	Haaranalyse in der Medizin und Umwelt .....	48,00 DM
Nr. 72:	Legionellen .....	40,00 DM
Nr. 73:	Atri: Nickel — Elemente in der aquatischen Umwelt I ..	54,00 DM
Nr. 74:	Schwermetalle in der Umwelt .....	54,00 DM
Nr. 75:	Atri: Arsen — Elemente in der aquatischen Umwelt II ..	44,00 DM
Nr. 76:	Grenzwerte und Risikobetrachtungen in der Umwelthygiene .....	34,00 DM
Nr. 77:	Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung (noch nicht erschienen) .....	ca. 40,00 DM

Nr. 78:	Viren und Plasmide in der Umwelt .....	58,00 DM
Nr. 79:	Pflanzenschutzmittel und Grundwasser .....	78,00 DM
Nr. 80:	Biotechnologische In-situ-Sanierung kontaminierter Standorte .....	58,00 DM
Nr. 81:	Zusatzstoffe für Trinkwasser .....	48,00 DM
Nr. 82:	Halogenkohlenwasserstoffe in Wasser und Boden .....	46,00 DM
Nr. 83:	Bartel/Bartocha/Grohmann/Seidel: Warmsprudelbecken .....	56,00 DM
Nr. 84:	Nerger: Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe .....	45,00 DM
Nr. 85:	Marschner: Phytotoxizitätsuntersuchungen an Wildkräutern und einer Kulturpflanze (1992) .....	46,00 DM
Nr. 86:	Atri/Mezger: Zink — Elemente in der aquatischen Umwelt III (1992) .....	50,00 DM
Nr. 87:	Hazard: Information und Beteiligung bei Gesundheitsrisiken am Beispiel eines Radonmeßprogramms (1993) .....	35,00 DM
Nr. 88:	Lärm und Krankheit · Noise and Disease (1993) .....	70,00 DM
Nr. 89:	Biologische Testverfahren (1993) .....	82,00 DM
Nr. 90:	Boden- und Grundwasserverunreinigungen aus Punkt- und Flächenquellen (1993) .....	40,00 DM
Nr. 91:	Legionellen II (1993) .....	42,00 DM
Nr. 92:	Müller-Wegener u.a.: Pflanzenschutzmittelauswirkungen auf Trinkwassertalsperren .....	52,00 DM
Nr. 93:	Biomonitore in der Gewässerüberwachung .....	50,00 DM
Nr. 94:	Dunkelberg/Edenharder: Toxikologie und trinkwasserhygienische Bewertung von Pflanzenbehandlungsmitteln .....	35,00 DM
Nr. 95:	Arbeiten aus dem Gebiet der Wasser-, Boden und Lufthygiene .....	27,00 DM
Nr. 96:	Maschke u.a.: Nachtfluglärnwirkungen auf Anwohner .....	36,00 DM
Nr. 97:	Poustka/Schmeck: Gesundheitsschäden bei Kindern durch Tiefflüge und andere Umwelteinflüsse .....	39,00 DM

