

B A S

Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule

Forschungsbericht Nr. 2

Herausgeber:

J. Berndt · D.W. Busch · H.G. Schönwälder

Universität Bremen
Juni 1979

BAS

Belastung und Beanspruchung
am Arbeitsplatz Schule

Forschungsbericht Nr. 2

Herausgeber: J. Berndt
 D. W. Busch
 H.-G. Schönwälder

Universität Bremen, Mai 1979

906126

Vorwort

Der vorliegende 2. Band der BAS - Forschungsberichte enthält Veröffentlichungen aus den Jahren 1977 - 1979. Die im folgenden nachgedruckten Publikationen können angesichts des Arbeitsstandes im BAS - Projekt (siehe dazu BAS - Forschungsbericht Nr. 1) noch nicht den Charakter von Ergebnisberichten haben. Sie dokumentieren vielmehr die auf unterschiedlichen Ebenen zur Diskussion gestellten Bemühungen, für das Problem 'Belastung und Beanspruchung von Schülern' einen interdisziplinären Forschungsansatz zu finden. Das vorläufige Endergebnis dieser Versuche ist in Teil I des 1. Forschungsberichtes wiedergegeben. Einige Arbeiten berichten darüber hinaus über methodische Vorarbeiten im medizinischen und meßtechnischen Bereich; dazu werden weitere Publikationen folgen.

Den Verlagen

G. Westermann/Braunschweig

H. Schroedel/Hannover

G. Thieme/Stuttgart

danken wir für die bereitwillig erteilte Genehmigung zum Nachdruck der dort erschienenen Aufsätze.

Bremen, Mai 1979

J. Berndt

D. W. Busch

H.-G. Schönwälder

Inhalt

	Seite
Berndt, J., D. W. Busch, H.-G. Schönwälder und B. Schiff: Arbeitsplatz Schule	1
Schönwälder, H.-G.: Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule	4
Berndt, J., D. W. Busch, H.-G. Schönwälder und G. Tiesler: Schülerbeanspruchung im Schulbetrieb - Belastung und Beanspruchung der Schüler am Arbeitsplatz Schule	12
Berndt, J.: Belastung und Beanspruchung am Schulanfang	18
Busch, D. W.: Einige Überlegungen zum Verhältnis von außer- schulischer Lebenssituation und schulischer Beanspruchung	29
Berndt, J. und G. Tiesler: Vergleich anthropometrischer Verfahren zur Beurteilung der 'Body composition' bei Kindern im Grundschulalter	40
Berndt, J. und G. Tiesler: Die Beurteilung der psychophysischen Beanspruchung bei Schülern	49
Tiesler, G. und J. Berndt: Ein Beispiel für die Hardware-Analyse des Langzeit-EKG in der Arbeitsmedizin und Ergonomie	60
Schönwälder, H.-G.: Arbeitsbelastung und Arbeitszeit - Zum Berufsalltag des Lehrers	68

Berndt, J., D. W. Busch, H.-G. Schönwälder und B. Schiff
Arbeitsplatz Schule

Schulmanagement 8, 270 - 272 (1977)

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlages

Ein Forschungsprojekt der Universität Bremen

Arbeitsplatz Schule

J. Berndt, D. W. Busch,
B. Schiff, H.-G. Schönwälder

Ärzte und Psychologen haben immer wieder auf die Gefahren der schulischen Überbeanspruchung und ihrer negativen Folgen für den Schulerfolg und die körperliche und seelische Unversehrtheit von Kindern und Jugendlichen aufmerksam gemacht. Das Echo auf solche Warnungen setzt bei Bildungspolitikern und Schulbehörden, aber auch bei den betroffenen Fachwissenschaftlern, nur abgeschwächt und verzögert ein. Ein Grund dafür könnte die Vielfalt der Aspekte sein, die die Grenzen klassischer Fachwissenschaften überschreitet. Zwar liegen inzwischen Untersuchungsergebnisse und Stellungnahmen von Medizinern, Psychologen, Erziehungswissenschaftlern, von Soziologen und auch aus der Arbeitswissenschaft vor, in denen sich zum Teil bereits Verknüpfungen der genannten Disziplinen andeuten. In der Bilanz muß man jedoch mit Nitsch (1976) feststellen, daß in der Bundesrepublik immer noch ein Mangel an interdisziplinären Ansätzen bei der Erforschung der Arbeits- und Lebensbedingungen von Schülern und Lehrern in der Schule und ihrem unmittelbaren und mittelbaren Umfeld besteht.

Im Sommer 1975 wurde an der Universität Bremen ein Forschungsvorhaben zum Thema „Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule (BAS)“ unter Beteili-

gung von Vertretern mehrerer Fachdisziplinen eingeleitet. Das Projekt lehnt sich in der Konzeption an das arbeitswissenschaftliche Modell von Leistungsfähigkeit und Leistung und das daraus weiterentwickelte Belastungs-Beanspruchungs-Konzept ergonomischer Untersuchungen an (z. B. Rohmert und Rutenfranz 1975). Auf der Grundlage dieses Modells soll eine Analyse der sich aus Arbeitsinhalten, Tätigkeitsformen und Rahmenbedingungen ergebenden schulischen Anforderungen (Belastungsanalyse) vorgenommen werden. Die parallel dazu untersuchten psychophysischen und sozialen Reaktionen von Schülern und Lehrern (Beanspruchungsanalyse) werden dann den Anforderungen gegenübergestellt. Der Schwerpunkt liegt zunächst auf einer Analyse der Schüler-Arbeit, wobei der grundsätzliche Unterschied zwischen beruflichen Arbeitssystemen und dem „Arbeitssystem Schule“, die „Entwicklungstatsache“ (Bernfeld) in ihren verschiedenen Dimensionen, ausdrücklich mit einbezogen werden muß (s. a. Hellbrügge 1966). Damit wird sichtbar, daß im Rahmen der Fragestellung des Projektes neben der Belastung (als Ursache) und der Beanspruchung (als Folge) bei den Schülern auch die sich im Zeitablauf verändernde physische und psychische Leistungsfähigkeit

kontrolliert werden muß. Neben der „Schul-Arbeit“ der Schüler soll auch die des Lehrers auf der Grundlage des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes untersucht werden.

Bei Schülern und Lehrern wird nicht die Belastung durch Tätigkeiten „energetisch-effektorischer“ Art (körperliche Arbeit), sondern vielmehr durch „informativ-mentale“ Arbeit hohen und höchsten Schwierigkeitsgrades im Vordergrund stehen (Pohmert u. Luczak 1973; Luczak u. Rohmert 1975; Rohmert u. Rutenfranz 1975; Radl et. al. 1975). Als Belastungen sind nicht nur die schul- bzw. unterrichtsrelevanten Tätigkeiten, sondern auch gewisse Rahmenbedingungen aufzufassen. Dazu müssen außer gegenständlichen Umweltvariablen, wie Schulmöbel, Klima, Beleuchtung usw., auch sozialpsychologisch zu erfassende Parameter, wie Rangplatz in der Klassenhierarchie, Ansprüche aus der familialen Umwelt u. ä. gezählt werden. Diese Variablen und Variablengruppen finden ihren Platz in der Fragestellung des Projektes und in spezifizierten Hypothesen. Dementsprechend ist als allgemeine Fragestellung formuliert:

Welchen Belastungen sind Schüler und Lehrer durch ihre Arbeitssituation in der Schule ausgesetzt, und mit welchen Beanspruchungsreaktionen beantwor-

ten sie die dadurch gesetzten Anforderungen?

Dem Ansatz entsprechend ist zunächst jedoch davon auszugehen, daß Beanspruchung keine Besonderheit, sondern den (durchaus wünschenswerten) Normalfall darstellt. Deshalb ist die Fragestellung folgendermaßen zu erweitern:

Gibt es Anzeichen für zeitweise oder permanente Überbeanspruchung? Wodurch wird sie verursacht, und bei welchen Schülern tritt sie auf?

Es sind sowohl Feldstudien als auch Laborexperimente, beides als Querschnitt- und Längsschnittuntersuchungen notwendig, um der Komplexität des Problems einigermaßen gerecht zu werden.

Der Mediziner des Forschungsteams befaßt sich im empirischen Teil des Projektes vor allem mit Untersuchungen zur physischen Entwicklung und mit Problemen der Entwicklungsdiagnose. Er ist daneben für die Messung psychophysischer Reaktionen bei Schülern und Lehrern zuständig. In Zusammenarbeit mit einem Ingenieurwissenschaftler für medizinische Meß- und Datentechnik werden darüberhinaus funktionsdiagnostische Verfahren entwickelt, die zur Anwendung in Reihenuntersuchungen mit Kindern geeignet sind.

Zum Aufgabengebiet des beteiligten Soziologen gehört vor allem die Aufklärung des familiären Hintergrundes der in die Untersuchung einbezogenen Schüler — Stichworte: „elterliche Leistungserwartungen“, „familiäre Sozialisation“. Darüberhinaus werden zur Analyse der Arbeitssituation der Lehrer eine Reihe von Erklärungsvariablen herangezogen, die unter den Begriff „berufliche Sozialisation“ subsumiert werden können.

Die Hauptaufgabe der Pädagogen besteht — z. T. in

Zusammenarbeit mit Psychologen — darin, die übliche Schulorganisation und tägliche Unterrichtsarbeit hinsichtlich Belastung und Beanspruchung zu überprüfen. In einem zweiten Schritt sollen Orientierungsdaten für eine interdisziplinär abgesicherte Schul- und Unterrichtsorganisation entwickelt und in Modellen erprobt werden. Darüberhinaus ist der in anderen Ländern — speziell UdSSR und DDR wegen der dortigen Forschungstradition — erreichte Forschungsstand auf dem hier interessierenden Gebiet zugänglich zu machen.

Eine Pilotstudie, durch die sowohl erste Ergebnisse als auch eine Methoden- und Instrumentenerprobung bzw. -verbesserung erreicht werden sollte, wurde im Winter 1976/77 in je einer Klasse aller vier Primarstufenjahrgänge einer Bremer Grundschule durchgeführt.

Auf längere Sicht besteht der Wunsch, aus den Befunden der Untersuchungen Empfehlungen und Vorschläge für eine verbesserte Gestaltung des Schullebens abzuleiten und in Modellversuchen kontrolliert zu erproben.

Literatur

Luczak, H.: Untersuchungen informatorischer Belastung und Beanspruchung des Menschen. Fortschritt Berichte der VDI Zeitschriften, Reihe 10, Nr. 2, Düsseldorf 1975.

Luczak, H., Rohmert, W.: Gesicherte Erkenntnisse zum Problem der Skalierung sowie Ausführbarkeit und Erträglichkeit informatorischer Arbeit, in: Schriften d. Inst. f. angew. Arbeitswissenschaft, Bd. 27, Köln 1973.

Nitsch, K.: Pädiatrie für Pädagogen. Marhold, Berlin 1976.

Radl, W., Burger, H., Kvasnicka, E., Schaaf, E., Thau, G.: Psychische Beanspruchung und Arbeitsunfall. Forschungsbericht Nr. 145 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Dortmund 1975.

Rohmert, W., Rutenfranz, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1975.

Schönwälder, H.-G.

Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule

Vortrag auf der Tagung der AEPF, 25. 3. 1977

Hans - Georg Schönwälder

Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule

Vortrag auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft Empirisch -
Pädagogische Forschung (AEPF); Saarbrücken, 25. 3. 1977

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich möchte unter Berufung auf ein konstituierendes Merkmal dieser Arbeitsgruppe - die Diskussion von Projekten vor ihrer Realisierung - und damit etwas abweichend von den bisherigen Diskussionsangeboten ein unfertiges Vorhaben vorstellen.

Unser Projekt 'Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule (BAS)' sehen wir im Kontext von Bemühungen zur Optimierung von Schulorganisation. Etwas genauer gesagt: Wir sehen einen Weg dahin in der optimalen Gestaltung von Rahmenbedingungen für die Unterrichtsorganisation durch den einzelnen Lehrer. Im Hintergrund steht die Ansicht, daß zwar eine Reihe von Theorieentwürfen über Makroaspekte des Bildungswesens etwa in der Bildungsökonomie und der Bildungsplanungsdiskussion zu finden sind. Es fehlt auch nicht an Theorien über Unterricht oder wichtige bzw. für wichtig gehaltene Aspekte des Unterrichts. Eine Lücke scheint uns aber in dem Vermittlungsbereich zwischen Makro- und Mikroaspekten zu bestehen. Es gibt keine oder nur wenige theoretische Bemühungen auf einem mittleren Abstraktionsgrad, in dem das Pädagogische auf der Ebene einzelner Schulen systematisch thematisiert wird.

Der Anstoß zu dieser Fragerichtung ergab sich für uns aus Aufgaben in der konkreten Schulplanung (vgl. Eigler, Schönwälder, Straka, Strittmatter, 1971). Bei der Beschäftigung mit Planungsfragen für eine Ganztagschule stießen wir auf uns bemerkenswert erscheinende Diskrepanzen zwischen euphorischen pädagogischen Ansprüchen und den konkreten Rahmenbedingungen, die durch einzelne Schulkonzepte geboten wurden. Wir fanden mögliche Arbeitszeiten von Schülern an Ganztagschulen zwischen 25 und 41 Stunden (à 60 min) pro Woche; andererseits sind schon für Halbtagschulen als reine

Arbeitszeit unter Einschluß der Zeiten für Hausaufgaben - je nach Bundesland etwas variierend - 18-40 Stunden (à 60 min) in der Woche zulässig. Ganztagschulen, so der erste Schluß, verfügen vermutlich keineswegs generell über mehr Zeit als Halbtagschulen. Ihr Vorteil liegt, wenn überhaupt, in der ausgedehnteren Verfügbarkeit der Lernzeit der Schüler durch die Schule.

Wichtiger noch war uns jedoch, daß nicht nur in Ganztagschulen, sondern auch in Halbtagschulen Grenzen des Jugendarbeitsschutzgesetzes erreicht, wenn nicht überschritten werden - und das mit offizieller Genehmigung durch die Schulaufsicht (vgl. Schönwälder, 1976 und 1977). Für die unteren Klassen muß zudem gefragt werden, ob ein weiterreichender Schutz vor Überforderung nicht angebracht wäre. Gesetzliche Regelungen gibt es unseres Wissens dafür nicht. (Das könnte auch Anlaß für soziologische Rückfragen sein - vgl. Helga Thomas, 1967). Für den auch als Betriebswirt ausgebildeten Pädagogen (d. Autor; Anm. d. Hrsg.) lag es nahe zu fragen, ob allein schon die Zeitforderungen durch die Schule noch zu vertreten sind und wie deren Ausmaß begründet wird - in der Regel überhaupt nicht. Ein oberflächlicher Bezug zur Schulstreßdebatte liegt - ungewollt - auf der Hand.

Auf der Hand liegt auch - nach unserer Meinung - der Bezug zu den Arbeitswissenschaften und den dort gewonnenen Erkenntnissen über die zeitliche Strukturierung von Arbeitsabläufen, die Normierung und Definition von Leistung und die darin enthaltenen Intentionen.

Glückliche Umstände oder Reform an der Universität - ganz wie es beliebt - ermöglichten das Zusammentreffen von mehreren Kollegen aus unterschiedlichen Disziplinen, die sich gemeinsam für die angedeuteten Problemzusammenhänge interessierten. Als Soziologe interessierte sich D. W. Busch vornehmlich für die familien-spezifische Sozialisation von Kindern und ihre mutmaßlichen Auswirkungen auf die Leistungsvoraussetzungen der Schüler für ihre Schul-'Arbeit'. Als Mediziner und Physiologe suchte J. Berndt mit bereits weit gediehenen Konzepten Ansätze für eine Zusammenarbeit.

Grundansatz des gemeinsamen Vorgehens bildete das 'Belastungs-Beanspruchungs-Konzept', das in den Arbeitswissenschaften zur Erforschung von Arbeitsprozessen entwickelt worden ist (Rohmert

und Rutenfranz, 1975). Etwas simplifiziert gesprochen geht dieses Konzept davon aus, daß 'Belastung' (im engl. Sprachgebrauch: 'stress') die auslösende Größe für Beanspruchungsreaktionen (engl.: 'strain') bildet (im umgangssprachlichen Gebrauch gilt 'Streß' als synonym mit 'Überbeanspruchung'; wir folgen dieser Wortverwendung so nicht).

Nach Rohmert und Rutenfranz geht (berufliche) Belastung hervor aus zum einen 'energetisch-effektorischer Arbeit', die nach den Gesichtspunkten 'leicht'.....'schwer' geordnet werden kann, zum anderen der uns interessierenden 'informativ-mentalen Arbeit', zu ordnen nach den Gesichtspunkten 'einfach'.....'schwierig'. Belastung ist z.T. durch Beobachtung zu erfassen; bekannt sind sicherlich auch hier entsprechende Arbeitsstudien. Beanspruchung ist mit einer Palette von Messungen erfaßbar, z.B. Herzfrequenz-aufzeichnungen, Messung des elektrischen Hautwiderstands, der Lidschlagfrequenz, der Adrenalin- und Noradrenalinausschüttung, der Reaktionsgeschwindigkeit, und durch Beobachtung des Verhaltens.

Unsere Medizinerkollegen sagen uns, daß insbesondere die Herzschlagfrequenz ein geeigneter Beanspruchungsindikator ist. Unsere Aufgabe (der Pädagogen; Anm. d. Hrsg.) bestand entsprechend darin, vor allem zu bestimmen, was in der Schule als Belastung zu erfassen ist. Das ist sicher leichter gefordert als getan, da Belastung in der Schule - Schülerbelastung - noch weitgehend undefiniert ist, obwohl es natürlich eine Fülle von Meinungen dazu gibt.

Wieder in Anlehnung an das Konzept von Belastung und Beanspruchung kann man davon ausgehen, daß

Belastung eine Funktion der Art der Arbeit,
des Schwierigkeitsgrades der Arbeit,
der Intensität der Arbeit und
des Zeitumfangs der Arbeit

ist.

Für uns ergaben sich daraus mehrere Fragen:

- Was tut der Schüler im Unterricht?
- Lernt er auf einfachem oder schwierigem Weg?
- Gibt es unterschiedlich belastende Lernarten bzw. Lernwege?

(Kann man etwa von 'einfachem' Reiz-Reaktions-Lernen und 'schwierigem' - hoch belastendem - Problemlernen sprechen; womöglich bei gleichem Lernergebnis?)

- Wie mißt man Lernzeit?

- Ein zentrales Problem: Wie ist all das zu beobachten?

Diese Schilderung erfaßt zudem nur eine Gruppe von Belastungsquellen. Zur Belastung sind außerdem aus den Arbeitsbedingungen resultierende Faktoren zu zählen. In der Schule wäre z.B. an den Status der Schüler in der Klasse, an die Einschätzung durch den Lehrer und an anderes mehr zu denken. Ferner kommt der Schüler nicht ohne außerschulische - aber schulbezogene - Belastungsfaktoren in die Schule. Hier wäre etwa an Erwartungen und Einstellungen des Elternhauses zu denken, an Aufträge, Verbote, Sanktionen der Eltern und auch gesellschaftliche Normen.

Kurz gesagt, auch wir fanden das zu erforschende Feld noch größer als zunächst erwartet und unsere Forschungskapazität kleiner als das zu bearbeitende Problem.

Allgemein gesagt besteht unsere Aufgabe darin, Belastung in der Schule zu beobachten, Beanspruchungsreaktionen festzustellen und/oder zu beobachten und beides einander zurechenbar zu erheben. Die Entscheidung, die Herzschlagfrequenz als psychophysiologischen Beanspruchungsindikator zu nutzen, fiel sehr früh; über die dabei aufgetretenen Probleme kann hier wenig gesagt werden.

Zur Belastungsbeobachtung waren wir auf Unterrichtsbeobachtung verwiesen. Vorlagen aus der Literatur wurden genutzt, insbesondere die Kategorienlisten und Beobachtungsergebnisse von Röder und Diederich; unter Bezug auf unser Konzept mußten allerdings Modifikationen vorgenommen werden.

Schülerbelastung im Unterricht wird gelenkt, gelenkt durch den Lehrer. Er stellt Anforderungen an die Schüler - meist an alle gleichermaßen. Daher erwies es sich als notwendig, zu beobachten, was der Lehrer von den Schülern verlangte; das umfaßt sowohl Art als auch Inhalt der Belastung. Als Kürzel kann gesagt werden, daß damit die 'offizielle' Belastung erhoben werden sollte.

Da die Schüler - wie leidvoll bekannt - nicht immer tun, was von ihnen verlangt wird, war außerdem zu verfolgen, was sie tatsächlich taten. Da das natürlich nicht für alle Schüler gleichzeitig

geschehen konnte, wurde stündlich wechselnd nur ein Schüler beobachtet. Die Kategorien finden sich auf dem Beobachtungsbogen des Hauptprotokolls (BAS-Forschungsbericht Nr. 1; Anm. d. Hrsg.). (Im internen Sprachgebrauch bezeichnen wir einen Teil - vor allem die die Arbeitstätigkeiten beschreibenden Kategorien - als 'Langzeit'-Kategorien, da wir ihr Vorkommen über längere Zeit erwarteten. Als 'Kurzzeit'-Kategorien benannten wir punktuell auftretende Ereignisse wie z.B. Disziplinierungen. Als dritte Gruppe enthält unser Schema Kategorien, mit denen wir Verhaltensweisen, die hohe Beanspruchung signalisieren, zu treffen hofften.) Die Beobachtungen wurden als Zeitreihen in halbminütigen Abständen auf vorbereiteten Protokollbögen aufgezeichnet (ein dazu von einem Mitarbeiter des Biomedizinischen Labors entwickeltes Protokollgerät sollte die zur Beanspruchungsmessung zeitsynchrone Aufzeichnung der Beobachtungen gewährleisten; technische Probleme zwangen jedoch zur taktgebundenen Aufzeichnung mit Papier und Bleistift).

Parallel dazu wurde von einem zweiten Beobachter das Rahmenprotokoll (vgl. BAS-Forschungsbericht Nr. 1; Anm. d. Hrsg.) geführt. Hier wurden Merkmale erfaßt, die die gesamte Lerngruppe betrafen: In Abständen von 3 Minuten Schätzungen der Intensität der Mitarbeit der ganzen Klasse sowie Unterrichtsinhalte, Sozialformen des Unterrichts, Mediennutzung u.s.w.. Erst- und Zweitbeobachter wechselten sich wegen der vermuteten unterschiedlich hohen Beanspruchung stündlich ab. Die Entwürfe für beide Beobachtungsschemata erarbeiteten auf der Basis einschlägiger Literatur unsere Mitarbeiterin Frau A. Fuchs und ich. Sie wurden dann gemeinsam mit den an der Beobachtung beteiligten Studenten nach einer Trainingsphase mit Video-Aufzeichnungen von Unterricht diskutiert und verbessert.

Noch einmal zusammenfassend gesagt:

Wir haben	Lehrerbeobachtung	verbunden mit konti-
	Einzelschülerbeobachtung	nuierlicher Herz-
	Gruppenbeobachtung	frequenzaufzeichnung

durchgeführt.

Jedes Kind wurde ferner in einer Art intensiver Reihenuntersuchung auf seinen Gesundheitszustand hin untersucht, insbesondere im Hinblick auf die Schätzung der Belastbarkeit jedes Schülers und seine Reaktionsweise auf körperliche Belastung (Fahrradergometer). Außerdem wurde ein Fragebogen eingesetzt, um einige Hintergründe familialer Sozialisation aufzuhellen und um mögliche Ursachen von bestimmten Beanspruchungstypen zu erfassen.

Durchgeführt haben wir bisher eine Pilotstudie in je einer Klasse jeder Klassenstufe (1. - 4.; Anm. d. Hrsg.) einer Grundschule. Unsere Absicht war es dabei, empirisches Material zu gewinnen für die Entwicklung von Hypothesen für eine anzuschließende Hauptuntersuchung in Form einer Längsschnittanalyse. Die Hypothesenfindung steht wirklich im Mittelpunkt, auch wenn die Versuchung groß werden könnte, beim Auffinden vielversprechender Befunde die ursprüngliche Vorsicht zu leugnen.

Was erwarten wir von unserer Pilotstudie im einzelnen?

- Hinweise darauf, daß Lernen nicht nur von Methoden, sondern auch von - gestaltbaren - Bedingungen wie z.B. 'vorangegangene Belastung' abhängt;
- Hinweise auf schulorganisatorisch setzbare und beeinflussbare Rahmenbedingungen von Unterricht (Pausengestaltung, Fachfolge, Lehrerfolge);
- Hinweise auf unterschiedliche Belastungsgrade von Arbeitsformen, Aufgabenstellung, Fächern, Methoden, Unterrichtsformen (Epochenunterricht versus Häppchenfolge = Monotonie versus Abwechslung; was führt zu Monotonie? Was ist Abwechslung?);
- Hinweise auf die Belastungen durch die Umwelt (Wird Belastbarkeit in der Schule durch die familiäre Sozialisation beeinflusst? Ist sie konstitutionell bedingt?);
- Hinweise auf die Operationalisierung unserer Belastungsdefinitionen (Bildet Problemlösen eine höhere Belastung als Kenntnisanwenden?).

Als weitere Aufgabe sehen wir die experimentelle Überprüfung

der Validität der Verbindung unserer Belastungsbeobachtung mit der Messung von Beanspruchungsreaktionen. Wir wollen ferner genauer prüfen, ob sich die Experimentalbefunde in der Unterrichtsbeobachtung verifizieren lassen. Als wichtigstes Problem sehen wir die Operationalisierung von Lernen als Tätigkeit an.

Schwierigkeiten ergeben sich für uns bei der Auswertung unseres Materials im Bereich der Zeitreihenanalyse. Beobachtungsdaten liegen nominalskaliert, Herzfrequenzdaten auf einem wesentlich höheren Skalenniveau vor. Die Auswertung beschränkt sich daher gegenwärtig auf die Anwendung deskriptiver statistischer Verfahren.

Literatur:

- Diederich, J.: Fördern im Kernunterricht - Kontrollierte Beobachtung und didaktische Überlegungen. Hannover 1973
- Eigler, G., Schönwälder, H.-G., Straka, G., Strittmatter, P.: Lernen in einer Ganztagschule. Europäische Hochschulschriften, Frankfurt/M. 1977
- Eigler, G., Schönwälder, H.-G., Straka, G., Strittmatter, P.: Wissenschaftliche Begleituntersuchungen an Modellschulen. 'Bildung in neuer Sicht', Villingen 1971
- Roeder, P. M.: Versuche einer kontrollierten Unterrichtsbeobachtung. Psychologische Beiträge 1965
- Rohmert, W., Rutenfranz, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Bonn 1975
- Schönwälder, H.-G.: Zu einigen arbeitsphysiologischen Grundlagen des Lernens an Ganztagschulen. In: Dorner, R., Witzel, H. (Hrsg.): Ganztagschule - Zielsetzung und Organisation eines alternativen Schulmodells. Ravensburg 1976

Berndt, J., D. W. Busch, H.-G. Schönwälder und G. Tiesler

Schülerbeanspruchung im Schulbetrieb - Belastung und
Beanspruchung der Schüler am Arbeitsplatz Schule

(Obertitel vom Herausgeber; Untertitel von den Verfassern)

Schul- und Unterrichtsorganisation 5, 26 - 30 (1978)

• Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlages

J. BERNDT / D. W. BUSCH /
H. G. SCHÖNWÄLDER /
G. TIESLER

Schülerbeanspruchung im Schul-Betrieb

Belastung und Beanspruchung der Schüler am Arbeitsplatz Schule

Die im vergangenen Jahrhundert eingeleitete Diskussion über das zumutbare Maß der Beanspruchung von Kindern und Jugendlichen durch die Schule (s. z. B. LORINSER 1836) ist seitdem nie ganz abgerissen. Sie wurde ständig, jedoch mit wechselnder Intensität und in unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen fortgeführt. In jüngster Zeit kann wieder eine Ausweitung dieser Auseinandersetzung beobachtet werden, an der sich nicht länger nur Ärzte, Pädagogen und Psychologen, sondern zunehmend auch die betroffenen Schüler (z. B. SCHRIEVER 1976) und deren Eltern sowie Bildungspolitiker (z. B. HAMM-BRÜCHER und MIRUS 1975) beteiligen. Durch die Behandlung von Schulproblemen in den Massenmedien¹ und durch Aktivitäten offizieller Elternvertretungen und privater Elternvereinigungen ist die Öffentlichkeit für Fragen der schulischen Belastung und der Schülerbeanspruchung in hohem Maße sensibilisiert worden, wie sich etwa aus Leserbriefdiskussionen der Zeitungen ablesen läßt². Auch bei den politisch Verantwortlichen setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, daß es sich hierbei um ein äußerst brisantes und lösungsbedürftiges Problem handelt, wie die Vergabe von sieben einschlägigen Gutachten durch das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft im Jahre 1976 sowie die Durchführung von Expertentagungen in Fellhorst und Osnabrück im Jahre 1977 unter Federführung desselben Ministeriums deutlich belegen. Im gleichen Sinn ist eine empirische Untersuchung zu diesem Problem im Saarland zu werten.

Aktueller Anlaß: Diskussion um „Streß in der Schule“

Selbst wenn man insgesamt einen erfreulichen Kenntnisstand der durch das Problem betroffenen und mit ihm befaßten Gruppen konstatieren kann, sollte der im Moment erreichte Sensibilisierungsgrad nicht überschätzt werden. Der mit dem Hinweis auf LORINSER hergestellte Bezug zur versandeten Überbürdungsdiskussion des 19. Jahrhunderts könnte hier lehrreich sein. Auch die aktuelle Diskussion um die Überlastung – z. T. aber auch Unterforderung – der Kinder durch die Schule könnte sich als eine der schubweise auftretenden Aufregungen über Schulprobleme erweisen, in denen die Diskrepanz zwischen elterlichen Vorstellungen über die Schule und die Veränderung der Schulorganisation verarbeitet werden. Der Problematisierung von „Streß in der Schule“ könnten zwei generelle Motive zugrunde liegen, die durchaus zusammen auftreten können:

Zum einen ist es möglich, daß es tatsächlich ausschließlich – etwas verkürzt gesagt – um die Humanisierung der Schule im Interesse der Schüler geht, um einen Beitrag für eine glückliche Kindheit der nachwachsenden Generation. Da man trotz aller Bemühungen nur schwer behaupten kann, daß wir im „Jahrhundert des Kindes“ (KEY 1902) leben, ist insofern eine alte Forderung hochaktuell geblieben. Es könnte andererseits aber auch so sein, daß der Aspekt „Streß in der Schule“ lediglich als populäres und bequemes Argument aufgegriffen wird, um die Schule, ihre Reform oder das Unterlassen von Reform zu kritisieren. In diesem Fall würde im Schulstreß nur die Bestätigung einer ohnehin schon feststehenden Meinung gesehen werden. Es interessierte nicht das Problem Streß,

sondern die Brauchbarkeit des Schlagwortes als Argument. Bei dieser Betrachtungsweise besagte weitverbreitete Kenntnis über Streßphänomene nicht viel.

Welches Diskussionsinteresse in konkreten Einzelfällen dominiert, wird sich sicher nicht immer leicht entscheiden lassen. Die oft auch emotionale eingefärbte Kritik an der neueren Schulreform, z. B. belegbar mit der erregten Diskussion um die Einführung bzw. „Wiederausführung“ der „kooperativen Schule“ in Nordrhein-Westfalen oder den Auseinandersetzungen um die Orientierungsstufe/Förderstufe in Niedersachsen, Bremen und Hessen, läßt jedoch ein Klima der Auseinandersetzung über konkrete Bildungspolitik vermuten, in dem relativ wahllos und damit im Zweifel voreilig jede mögliche Beanstandung zum bewiesenen Mangel deklariert und als „Beweis“ benutzt wird (DIETZE 1976).

Äußere Ursache: Veränderungen im Schulbereich

Äußere Ursache für diese Entwicklung sind zum einen Veränderungen im Schulbereich, die in den letzten Jahren stattgefunden haben oder noch bevorstehen: Die Aufgabe der Ortsschule zugunsten der Mittelpunktschule mit regionalem Einzugsbereich, der Übergang vom vertikal zum horizontal gegliederten Schulsystem, die Einführung der Gesamtschule und die mit diesen Maßnahmen verbundene Vergrößerung der Schülerzahl in den einzelnen Schulen.

Diskussionsgegenstand sind daneben der allmähliche Austausch der 6-Tage-Schulwoche gegen die 5-Tage-Woche, die Ganztagschule, die Einführung des Fachlehrers in der Primarstufe und des Kurslehrers in den Sekundarstufen. Daß

Kritik allerdings häufig vor allem auf den *Prozeß* der Veränderung, weniger auf deren *Gegenstand* zurückzuführen ist, machen Überlegungen von IBEN (1975) deutlich.

Ebenso — wenn auch erheblich seltener — wird Bildungsbehörden und Schulträgern der Vorwurf gemacht, Reformen unterlassen zu haben, z. B. im Zusammenhang mit Verzögerungen bei der Verminderung der Schülerzahlen in den einzelnen Klassen, die angesichts der gegenwärtigen Entwicklung der Geburtenziffern aus ökonomischen Erwägungen bis zur Überwindung des „Schülerberges“ nahezu ausgesetzt ist.

Die öffentliche Diskussion befaßt sich auch mit curricularen Problemen und Unterrichtsmethoden. Ganze Rahmenrichtlinien und Lehrpläne waren und sind — wie das Beispiel des Landes Hessen zeigt — Gegenstand politischer und juristischer Auseinandersetzungen. Auch der Streit um den Sexualkundeunterricht ist nach wie vor nicht beigelegt (MEVES 1976) und wird vermutlich nach dem Grundsatzurteil des Bundesverfassungsgerichtes zur Sexualerziehung neue Nahrung erhalten. Die vor zwei Jahrzehnten geführte Diskussion um die „Ganzheitsmethode“ im Schreib-Lese-Unterricht hat sich zunehmend auf die „Mengenlehre-Methode“ im Mathematikunterricht verlagert. Insgesamt wird der Schule eine zu starke Betonung des intellektuell-kognitiven Bereiches und eine zu geringe Berücksichtigung der emotionalen und der physischen Bedürfnisse der Schüler sowie eine Vernachlässigung des manuellen und des kreativ-künstlerischen Bereiches vorgeworfen (z. B. LEMPP 1975; SINGER 1973).

Öffentlicher Einwand: Schulreform ohne Berücksichtigung der Schüler

In zunehmendem Maß schließlich entzündet sich die Kritik am gegenwärtigen Schulsystem an der Häufung somatischer und psychischer Störungen bei Schülern (z. B. MÜLLER 1976 für die Schweiz und die Untersuchung „Schüler und Gesundheit der BUNDESZENTRALE FÜR GESUNDHEITLICHE AUFKLÄRUNG, 1975 für die Bundesrepublik Deutschland; im psychiatrischen Bereich: LEMPP 1975). Dafür werden die Art und der Umfang der schulischen Belastung, die besondere Rolle der verbal-auditiven Kommunikation in der Schularbeit in Verbindung mit Teilleistungsschwächen und die mit Befürchtungen über den Schulerfolg verbundene Zukunftsangst (Numerus clausus) verantwortlich gemacht (HELLBRÜGGE 1966; CLYNE 1969; LEMPP 1975; MEINHARDT 1976;). In diesem Zusammenhang darf jedoch nicht übersehen werden, daß bei Schülern beobachtete Störungen in nicht geringem Maße vermutlich aus ganz anderen Bereichen der kindlichen Umwelt herrühren (Familie, Wohnumwelt u. a.) oder durch organische Defekte verursacht sind (frühkindliche Hirnschädigung, sensorische Defekte u. a.) und durch die Schulsituation lediglich sichtbar gemacht oder verstärkt werden (v. HARNACK 1958; CLYNE 1969; LEMPP 1975; BUSCH 1977).

Insgesamt lassen sich die öffentlich artikulierten Einwände gegen das derzeitige Schulsystem und gegen die dieses

System umgestaltenden Prozesse folgendermaßen zusammenfassen.

- Veränderungen im Schulsystem fänden ohne hinreichende Kenntnis möglicher negativer Folgen für die Schüler statt;
- Schule erwarte und entwickle zu einseitig intellektuell-kognitive Fähigkeiten und lasse Defekte im physischen und im emotionalen Bereich zurück;
- Durch die Bedeutung des Schulerfolges für die individuelle Zukunft seien die Schüler einem zu hohen Anforderungs- und Leistungsdruck ausgesetzt — mit weitgehenden Konsequenzen für das Sozialverhalten;
- Die Struktur der physischen und der psychischen Belastungen, denen Kinder und Jugendliche in der Schule ausgesetzt sind, sei nach Art und Umfang ungünstig für die Entwicklung der Schüler und für somatische und psychische Störungen sowie für Schulversagen zumindest mitverantwortlich.

Diese vier Behauptungen skizzieren das öffentliche Verständnis für eine Problemstellung, zu der bereits — z. T. aus davon abweichenden Entdeckungszusammenhängen — zahlreiche wissenschaftliche Bearbeitungsversuche unternommen worden sind. Die dabei angewandten Lösungsstrategien sind im wesentlichen durch die spezifische Systematik und Methodik der beteiligten Fachwissenschaften gekennzeichnet.

Psychologisch-medizinische und soziologisch-erziehungswissenschaftliche Lösungsansätze

Der *psychologisch-medizinische Ansatz* enthält Komponenten aus Psychologie und Sozialpsychologie, Psychosomatik, Psychiatrie und Neurologie sowie Pädiatrie. Im Vordergrund steht die Kasuistik der „Schulschwierigkeiten“ und „Verhaltensstörungen“; generalisierende (epidemiologische) Untersuchungen spielen eine geringe Rolle. Diesem Ansatz ist der gegenwärtige Kenntnisstand über die Bedeutung von individuellen somatischen und psychischen Merkmalen und von z. T. Milieufaktoren für die Genese von Schulproblemen zu verdanken. Zu den Autoren dieser Gruppe zählen u. a. CLYNE (1969), HARBAUER (1973), v. HARNACK (1958, 1962), WALLIS (1961), LEMPP (1975), LÜCKERT (1973), SARASON und Mitarbeiter (1971), SINGER (1973) und SPRECHT (1977). Eines der wichtigsten Ergebnisse aus diesen Untersuchungen ist, daß der vielfach vermutete, enge Zusammenhang zwischen ‚Intelligenz‘ oder ‚Begabung‘ und Schulschwierigkeiten bzw. Schulversagen nur sehr mittelbar ist und in vielen Einzelfällen nicht nachgewiesen werden kann (WALLIS 1961; SCHMID 1967; LEMPP 1975).

In stärkerem Maße *soziologisch* und *erziehungswissenschaftlich orientierte Versuche* befassen sich in erster Linie mit der

¹ z. B. Serie „Verdammte Schule“ im STERN 24 ff. (1976) und die Titelgeschichte „Schule: Es gibt keine fröhliche Jugend mehr“ im SPIEGEL 23/1976, sowie die Sendereihe „Erziehung ist nicht kinderleicht“ im 3. Programm des NDR-Fernsehens, die seit September 1976 ausgestrahlt wird.

² z. B. im SPIEGEL 26/27 (1976) anläßlich des o. a. Artikels, aber auch in Tageszeitungen.

Analyse der Bedingungsfaktoren von erfolgreichen bzw. nicht erfolgreichen „Schulkarrieren“. Hierbei wird einerseits versucht, generalisierende Aussagen über die strukturellen Ursachen des unterschiedlichen Schulerfolgs zu formulieren, die ihren Begründungszusammenhang suchen:

- in den organisatorischen Rahmenbedingungen des Schulsystems und seinen gesellschaftlich bestimmten Selektions-, Distributions- und Allokationsfunktionen (ROLFF 1967, FEND 1974, FEND et al. 1976, HURRELMANN 1977, TESCHNER 1977, MEITZEL 1977, FEND/KNÖRZER 1977)
- in der konkreten Interaktionsbeziehung zwischen Lehrer und Schüler und der an die spezifische Lehrerpersönlichkeit gebundenen Beurteilung und Bewertung der „Schülerarbeit“ und der Schülerpersönlichkeit (HÖHN 1967, PREUB 1970, GRESSER-SPITZMÜLLER 1973, TESCHNER 1977, MIETZEL 1977)
- in der Wechselbeziehung zwischen Elternhaus und Schule und den sich hieraus ergebenden z. T. durchaus inkompatiblen Sozialisierungseffekten (KOB 1963, GRIMM 1966, PETTINGER 1970, FEND 1973, FRÖHLICH 1976, FREESE 1976, FEND/KNÖRZER et al. 1976, BUSCH 1977, HURRELMANN 1977).

Andererseits liegen eine Reihe von Arbeiten vor, die stärker an der Entwicklung konkreter Lösungsvorschläge zur Therapie abweichenden Schülerverhaltens auf den unterschiedlichsten Dimensionen interessiert sind und entsprechende, auf unterschiedlichen theoretischen Ansätzen beruhende Handlungsalternativen für Lehrer und Eltern anbieten (BLACKHAM 1971, WIEST 1975, KRUMM 1976).

Arbeitswissenschaftlich-medizinische und interdisziplinäre Lösungsversuche

Ein weiterer Versuch, Zugang zu der oben umrissenen Problemstellung zu finden, kann als *arbeitswissenschaftlich-medizinischer Ansatz* charakterisiert werden. Er wird in Deutschland vor allem durch die Arbeiten von GRAF, HELLBRÜGGE und RUTENFRANZ (zusammenfassende Darstellungen bei HELLBRÜGGE 1966 und RUTENFRANZ 1966, 1977) repräsentiert. In diesen Untersuchungen wurde mit entwicklungs- und arbeitsphysiologischen Methoden, erstmals aber auch unter Rückgriff auf Verfahren, die für die Analyse beruflicher Arbeitsplätze entwickelt worden sind, die Belastungsstruktur einiger Bereiche der Schulsituation zur Belastbarkeit von Kindern und Jugendlichen in Beziehung gesetzt. Die Arbeiten befaßten sich mit dem Zeitbudget von Schülern, mit Problemen der Tagesperiodik und mit Fragen der physischen Leistungsfähigkeit. Die Ergebnisse trugen mit zur Abschaffung des Schichtunterrichtes und der 60-Min-Unterrichtsstunde bei und ermöglichten konkrete Hinweise und Vorschläge zu anderen Schulproblemen (5-Tage-Woche, Pausengestaltung, arbeitsfreies Wochenende, Schulweg usw.); nicht alle diese Anregungen sind jedoch seitdem verwirklicht und weiterverfolgt worden (HELLBRÜGGE 1966, RUTENFRANZ 1977). Man kann sagen, daß der arbeitswissen-

schaftlich-medizinische Ansatz in den Fachwissenschaften, insbesondere in der Erziehungswissenschaft, stark vernachlässigt worden ist, obwohl sich gerade dieses Konzept als Kern einer Integration aller hier referierten Fragestellungen im besonderen Maße eignet.

Die Skizze der bisher entwickelten Ansätze zur Beschreibung und Lösung von Schulproblemen sollte vor allem deutlich machen, welche *unterschiedlichen Aspekte* (der soziologische, der erziehungswissenschaftliche, der psychologische, der medizinische und der arbeitswissenschaftliche) bei der Bearbeitung des Problemfeldes zu berücksichtigen sind. Aus unterschiedlichen Gründen beschränkten sich frühere Untersuchungen in der Regel auf einen oder zwei der benannten Gesichtspunkte; die übrigen wurden außer acht gelassen. Dies mag eine der Ursachen dafür sein, daß sich die Umsetzung der vorgelegten Ergebnisse und die Realisierung konkreter Vorschläge als schwierig erwiesen hat: In fachwissenschaftlich (soziologisch, medizinisch usw.) orientierten Untersuchungen aufgedeckte Zusammenhänge bedürfen der „Übersetzung“ in zweckmäßige schulorganisatorische, curriculare und unterrichtspädagogische Reaktionen, ehe sie angemessen berücksichtigt werden können – ein Prozeß, der offenbar nur zögernd, teilweise überhaupt nicht abläuft (schul-medizinische Fragestellungen und Psychohygiene sind z. B. nur in einzelnen Ausbildungseinrichtungen Bestandteil des Pädagogik-Studiums; die meisten zukünftigen Lehrer kommen damit nie in Berührung).

Eine weitere Konsequenz des eingeschränkten Spektrums der an den einzelnen Untersuchungen beteiligten Fachwissenschaften ist die *Lückenhaftigkeit der erzielten Resultate*. In besonderem Maße läßt sich dies an kasuistischen Studien aus dem Gebiet der „Schulschwierigkeiten“ zeigen. Der Psychologe oder Psychiater, dem der „schwierige“ Schüler vorgestellt wird (aufgrund einer bereits problematischen Entscheidung von Eltern, Lehrern oder Ärzten), muß ex post auf auslösende Ursachen schließen. Seine Schlußfolgerungen stellen (sicherlich begründete) Mutmaßungen über Prozesse in der Schule und in der Familie dar und lassen sich über den Einzelfall hinaus nur begrenzt verallgemeinern. Die „unauffälligen“ Schüler, die möglicherweise ähnlichen schulischen und familiären Situationen ausgesetzt sind, bleiben völlig unberücksichtigt.

Auch arbeitswissenschaftlich orientierte Untersuchungen haben sich – zumindest in Deutschland – bisher eher mit den *Randbedingungen der Schul-„Arbeit“* (z. B. mit Zeitbudget-Problemen) befaßt; die Unterrichtssituation und die durch sie ausgelösten Schüler-Tätigkeiten sowie die den Unterricht begleitenden emotionalen und sozialen Phänomene wurden in der Regel vernachlässigt. So ist nach wie vor weitgehend unbekannt, wie Lehrerverhalten, Unterrichts- und Arbeitsform, Schulfach und „Methoden“ tatsächlich im ergonomischen Sinn belasten und welche Schülerreaktionen, d. h. welche Beanspruchung, sie auslösen. Unter diesen Umständen ist es nur verständlich, daß die Frage, ob und gegebenenfalls warum Schüler in vergleichbarer Schulsituation unterschiedlich beansprucht sind, bisher nicht zufriedenstellend beantwortet werden konnte.

Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule: das BAS-Projekt

Aus diesen Überlegungen ergibt sich die besondere Frage- richtung eines empirischen Forschungsvorhabens, das zur Zeit unter dem Titel „*Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule*“ (BAS-Projekt) an der Universität Bremen durchgeführt wird: Die Einwirkung der Schule auf die Schüler, die Reaktionen der Schüler auf schulische Einflüsse sind dort zu untersuchen, wo sie tatsächlich stattfinden, d. h. in den durch die Schule hervorgerufenen Situationen und besonders während der Schul-„Arbeit“, d. h. während des Unterrichts selbst (womit nicht ausgeschlossen sein soll, daß zu bestimmten Fragen Ausschnitte solcher Situationen günstiger im Labor nachgebildet werden). Dieses Vorhaben berücksichtigt die Tatsache, daß die Arbeitswissenschaft Konzepte und Methoden der Erfassung und Beurteilung von Belastung und Beanspruchung in vergleichbaren Systemen entwickelt hat, auf die hier zurückgegriffen werden kann. Es erscheint ferner konsequent, diese Untersuchungen nicht fachorientiert, sondern problemorientiert zu konzipieren, d. h. unter Berücksichtigung möglichst vieler der als problemrelevant bekanntgewordenen Aspekte. Die Beanspruchung von Schülern ist zu den Determinanten ihrer außerschulischen Sozialisation, zu ihrer physischen und psychischen Konstitution und zu den die Schul-situation kennzeichnenden Merkmalen in Beziehung zu setzen. Es ist offensichtlich, daß ein Projekt, das derartig komplexe Wechselbeziehungen klären will, als ein *interdisziplinäres* Forschungsvorhaben angelegt werden muß, an dem Pädagogen, Soziologen, Psychologen, Mediziner und Arbeitswissenschaftler zu beteiligen sind. Damit wird das Ziel verfolgt, Zusammenhänge zwischen den verschiedenen für die Schul-situation bedeutsamen Einflußgrößen vollständiger darzustellen, als sie bisher bekannt sind. Darüber hinaus sollen dort, wo sich dies als notwendig erweist, konkrete Vorschläge für Veränderungen im schulischen Bereich erarbeitet werden. Diese Absicht stützt sich auf eine Grundannahme, deren Prüfung als zentrale, langfristige Aufgabenstellung verstanden werden muß: Schule ist nicht immer – und vermutlich in keinem Fall einziger – ursächlicher Faktor für die Probleme der Schüler. Man wird jedoch davon ausgehen dürfen, daß sie aufgrund ihrer institutionalisierten Beeinflußbarkeit veränderbar und anpassungsfähig ist. Durch Maßnahmen auf dem Gebiet der Schulorganisation, Anpassung von Lehrplänen (auch im Sinne arbeitsphysiologischer Erkenntnisse), Veränderungen im Bereich der Lehrerausbildung und verbesserte medizinische und psychologische Betreuung der Schüler dürfte sie als pathogener Faktor im Grundsatz korrigierbar sein.

Durch verbesserte Anpassung der physischen, kognitiven, emotionalen und sozialen Anforderungen der Schule an die physische und psychische Leistungsfähigkeit der Schüler ist es möglich, den individuellen Ausbildungserfolg zu verbessern, den Anteil schwieriger und erfolgloser Schulkarrieren zu verringern und das Ausmaß physischer und psychischer Defekte oder ihrer Folgen bei Schülern zu verringern.

Literaturhinweise

- BI ACKHAM, D. J.: Der auffällige Schüler. Weinheim 1971.
- BUSCH, D. W.: Einige Überlegungen zum Verhältnis von außerschulischer Lebenssituation und schulischer Beanspruchung. hekt. Manuskript zur Arbeitstagung „Beanspruchung von Schülern“ vom 28.–30. 11. 1977 in Osnabrück Bremen 1977
- CLYNE, M. B.: Schulkrank? Stuttgart, Klett 1969.
- FEND, H.: Konformität und Selbstbestimmung, 2., durchgesehene Auflage 1973.
- FEND, H.: Gesellschaftliche Bedingungen schulischer Sozialisation, Weinheim 1974.
- FEND, H., et al.: Gesamtschule und dreigliedriges Schulsystem – eine Vergleichsstudie über Chancengleichheit und Durchlässigkeit, Gutachten und Studien der Bildungscommission, Bd. 55, Stuttgart 1976.
- FEND, H., und KNÖRZER et al.: Sozialisations-effekte der Schule, Weinheim 1976.
- FEND, H. und KNÖRZER, W.: Beanspruchung von Schülern. Aspekte der schulischen Sozialisation. In: BMBW (Hrsg.), Werkstattberichte Nr. 2, Bonn 1977.
- FRESSE, H.-L.: Schulleistungsrelevante Merkmale der häuslichen Erziehungsumwelt. Studien und Bericht des MPI für Bildungsforschung, Bd. 35, Berlin 1976.
- FROHLICH, D.: Arbeitserfahrung und Bildungsverhalten, Bericht Nr. 8 des Instituts zur Erforschung sozialer Chancen. Köln 1976.
- GRESSER-SPITZMÜLLER, R.: Lehrerurteil und Bildungschancen. Eine Untersuchung über den Einfluß des Primarlehrers auf die Wahl weiterführender Schulen. Weinheim 1973.
- GRIMM, S.: Die Bildungsabstinenz der Arbeiter, München 1966.
- HAMM-BRÜCHER, H., und HIRUS, H.: Macht die Schule unsere Kinder krank und die freiheitliche Gesellschaft kaputt? Dokumentation, München 1975
- HARBAUER, H.: Kinder- und jugendpsychiatrische Gesichtspunkte bei der Diagnose von Schulschwierigkeiten. In: H.-D. Pache (Hrsg.): Schulschwierigkeiten. Stuttgart, Enke 1973.
- HARNACK, G.-A. v.: Nervöse Verhaltensstörungen beim Schulkind. Stuttgart, Thieme 1958.
- HARNACK, G.-A. v.: Das Schulversagen als ärztliches Problem. Z. f. Psychotherapie 12, 102–111 (1962).
- HELLBRÜGGE, Th.: Grundlagen einer kindgerechten Unterrichtshygiene. In: H. Opitz und F. Schmid (Hrsg.): Handbuch der Kinderheilkunde Bd. III, pp 1190–1217, Berlin/Heidelberg/New York, Springer 1966.
- HÖHN, E.: Der schlechte Schüler. München 1967.
- HURRELMANN, K.: Beanspruchung von Schülern. Analyse der außerschulischen Dimensionen des Problemfeldes „Überbeanspruchung von Schülern“. In: BMBW (Hrsg.), Werkstattberichte Nr. 5, Bonn 1977.
- IBEN, G.: Psychohygienische Probleme im gegenwärtigen Bildungssystem der Bundesrepublik Deutschland. In: H. E. Ehrhardt (Hrsg.): Aggressivität-Dissozialität-Psychohygiene pp 106–122, Bern/Stuttgart/Wien, Huber 1975.
- KEY, E.: Das Jahrhundert des Kindes, Berlin 1902.
- KOB, J. P.: Erziehung in Elternhaus und Schule, Stuttgart 1963.
- KRUMM, V.: Lernschwierigkeiten bei Schülern beruflicher Schulen. In: Arbeitsheft zum Medienpaket 50 90 13 „Lernschwierigkeiten bei Berufsschülern“ des Instituts für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht, Grünwald 1976.
- LEMPPE, R.: Warum ist unsere Schule zum führenden pathogenen Faktor für Verhaltensstörungen geworden? In: H. E. Ehrhardt (Hrsg.): Aggressivität-Dissozialität-Psychohygiene pp 180–195, Bern/Stuttgart/Wien, Huber 1975.
- LORINSER, I.: Zum Schutze der Gesundheit in der Schule. Med. Zeitung 5, 1 (1936).
- LÜCKERT, H. R.: Zur Psychologie der Schulschwierigkeiten. In: H. D. Pache (Hrsg.): Schulschwierigkeiten pp 106–122, Stuttgart, Enke 1973.
- MEINHARDT, J.: Leitsymptom Schulangst. Der Deutsche Arzt 1976, 21–36.
- MEVES, Chr.: Das Kind – ein Objekt von Erziehungsexperimenten? Deutsches Ärzteblatt 73, 2266–2273 (1976).
- MIETZEL, G.: Beanspruchung von Schülern. Pädagogisch-psychologische Aspekte. In: BMBW (Hrsg.), Werkstattberichte Nr. 7, Bonn 1977.
- MÜLLER, H. R. M.: Schulkinder unter Ströb. Sozialmed. päd. Jugendk. Bd. 12, Basel/München usw., Karger 1976.
- PETTINGER, R.: Arbeiterkinder und weiterführende Schule. Weinheim 1970.
- PREUSS, O.: Soziale Herkunft und die Ungleichheit der Bildungschancen. Eine Untersuchung über das Eignungsurteil des Grundschullehrers, Weinheim 1970.
- ROHMERT, W., und RUTENFRANZ, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1975.

- ROLFF, H.-G.: Sozialisation und Auslese durch die Schule. Heidelberg 1967
- RUTENFRANZ, J.: Die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit. In: H. Opitz und F. Schmid (Hrsg.): Handbuch der Kinderheilkunde Bd. III, pp 466—482, Berlin/Heidelberg/New York, Springer 1966.
- RUTENFRANZ, J.: Beanspruchung von Schülern. Arbeitsphysiologische Aspekte. In BMBW (Hrsg.), Werkstattberichte Nr. 3, Bonn 1977.
- SARASON, S. B., DAVIDSON, K. S., LIGHTHALL, F. F., WAITE, R. R. and RUEBUSH, B. K.: Angst bei Schulkindern. Stuttgart, Klett 1971.
- SCHMID, B.: Normalbegabte Schulversager. Med. Dissertation, Tübingen 1967.
- SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie I/II, München, Hauser 1973/74.
- SCHRIEVER, F.: Macht die Schule krank? Bericht zum Wettbewerb „Jugend forscht“. Fachbereich „Verbesserungen für die Arbeitswelt“ Kaiserslautern 1976.
- SINGER, K.: Verhindert die Schule das Lernen? München, Ehrenwirth 1973
- SPECHT, F.: Beanspruchung von Schülern. Kinder- und jugendpsychiatrische Aspekte. In: BMBW (Hrsg.), Werkstattberichte Nr. 6, Bonn 1977.
- STRITTMATTER, P.: Schüler Enquete „Streß in der Schule“ — Bericht einer Voruntersuchung, hrsg. vom Minister für Kultus, Bildung und Sport des Saarlandes, Dezember 1977.
- TESCHNER, W.-P.: Beanspruchung von Schülern. Schulorganisatorische Aspekte und Aspekte der Schulleistungsbeurteilung. In: BMBW (Hrsg.), Werkstattberichte Nr. 10, Bonn 1977.
- WALLIS, H.: Ursachen des Schulversagens. Deutsche Med. Wochr. 86, 1709—1719 (1961).
- WIEST, U.: Schulerfolg — Schulversagen, Stuttgart 1975.

Berndt, J.

Belastung und Beanspruchung am Schulanfang

In: Beanspruchung von Schülern

Abschlußbericht über die Tagung 'Beanspruchung von Schülern' vom 28.-30. November 1977 in Osnabrück, S. 50 - 59

BMBW - Werkstattberichte Bd. 12; Der Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1978

Jörg BERNDT

Belastung und Beanspruchung am Schulanfang

(Referat zur Einführung in die Arbeitsgruppe I: Eingangsstufe)

1. Beanspruchung und Fehlbeanspruchung

Die Arbeitswissenschaft versteht unter dem Begriff der „Belastung“ die Einwirkung einer Arbeitssituation auf den arbeitenden Menschen. Quellen der Belastung sind die spezifischen Anforderungen der Arbeitssituation, die zum Arbeitsvollzug erforderlichen Tätigkeiten und die äußeren Bedingungen, unter denen die Arbeit stattfindet. „Beanspruchung“ ist die durch die Belastung ausgelöste Reaktion des Menschen, d. h. die vorübergehende oder länger andauernde Veränderung physischer und psychischer Strukturen und Funktionen (ROHMERT und RUTENFRANZ 1975).

Beanspruchung ist nach diesem Verständnis nichts von vornherein Negatives, sondern zunächst ein für die Anpassung an die Anforderungen der Umwelt und für die körperliche und geistig-seelische Fortentwicklung unbedingt notwendiger Prozeß. Ohne Belastung und die daraus folgende Beanspruchung bleiben physische und psychische Leistungen aus, bilden sich vorhandene Fähigkeiten und Fertigkeiten zurück.

Es ist vermutlich ohne nähere Begründung ersichtlich, daß sich die meist auf die Arbeit berufstätiger Erwachsener angewandten Begriffe „Belastung“ und „Beanspruchung“ ohne größere Schwierigkeiten auf die Situation von Kindern in der Schule übertragen lassen. Auch hier werden spezifische Anforderungen gestellt, sind menschliche Tätigkeiten erforderlich, findet die „Arbeit“ unter definierten äußeren Bedingungen statt, d. h. Belastung wirkt auf Kinder ein und löst Reaktionen aus, die sich als „Beanspruchung“ deuten lassen.

Gleichzeitig machen diese kurzen Vorüberlegungen deutlich, daß es nicht die Zielsetzung einer Diskussion über Schülerbeanspruchung und der aus dieser Diskussion abgeleiteten Maßnahmen sein kann, von Schulkindern jede Belastung fernzuhalten und jegliche Beanspruchung zu vermeiden. Offenbar geht es eher darum, zum einen Ursachen auszuschalten, die zu *Fehlbeanspruchung* führen und dadurch eine der Veranlagung entsprechende Entwicklung und einen angemessenen Schulerfolg beeinträchtigen und verhindern können. Zum anderen sind die Voraussetzungen dafür zu verbessern, daß eine optimale Belastung, die eine für die physische und psychische Entwicklung und für den Schulerfolg förderliche Beanspruchung hervorruft, erfolgen kann.

2. Indikatoren für Fehlbeanspruchung

Eine zuverlässige Abgrenzung von „zulässiger“ oder „wünschenswerter“ Beanspruchung und „Fehlbeanspruchung“ steht allerdings gegenwärtig noch aus. So wird man vorerst solche Erscheinungen als Anzeigen von Fehlbeanspruchung deuten müssen, die bisher als Symptome von „Schulschwierigkeiten“ oder unterschiedlichen anderen Problemsituationen bekannt sind:

- Körperliche Struktur- und Funktionsstörungen, sofern sie nicht kurzfristig und spontan reversibel sind (MATTHIAS 1966, MÜLLER 1976 u. a.);
- körperliche Krankheiten einschließlich psychosomatischer Erkrankungen;
- Appetit- und Ernährungsstörungen (z. B. STRUNK 1976);
- Einschlaf- und Schlafstörungen (v. HARNACK 1958, STRUNK 1976);
- andere sogen. „neurotische Verhaltensstörungen“ wie Nägelkauen, Bettnässen, Hypermotorik, Tics usw. (v. HARNACK 1958, STRUNK 1976);
- erhebliche Einschränkungen des täglichen oder wöchentlichen Zeitbudgets durch Unterricht und Hausaufgaben, insbesondere Hausaufgaben am Wochenende (HELLBRÜGGE 1966, SCHRIEVER 1976);
- kognitive Störungen wie Lern- und Leistungsstörungen, Konzentrations- und Merkschwäche, Schulversagen (WALLIS 1961, SCHMID 1967, HARBAUER 1973, LEMPP 1975, WIEST 1975);
- emotionale Störungen einschließlich deutlicher Beeinträchtigungen des subjektiven Wohlbefindens (NISSEN 1976);
- Schulangst und Schulverweigern (CLYNE 1969, SARASON u. a. 1971, MEINHARDT 1976);
- psychosoziale Auffälligkeiten wie Kriecherei, Gruppengewalt, Zerstörungswut u. ä. (TESCHNER 1977).

Bei der Bewertung solcher Indikatoren für Fehlbeanspruchung ergeben sich allerdings zusätzliche Probleme:

1. Die meisten der aufgelisteten Erscheinungen sind unspezifisch: sie weisen zwar auf eine Problemsituation hin, lassen jedoch nur begrenzt Rückschlüsse auf die Art des zugrundeliegenden Problems zu. So kann eine Lernstörung die Folge überhöhter schulischer Anforderungen oder einer beim betroffenen Kind bestehen-

den Teilleistungsschwäche sein; zahlreiche weitere Ursachen sind denkbar und in Einzelfällen nachgewiesen (WALLIS 1961).

2. Nicht jede Fehlbeanspruchung ist Folge von Fehlbelastung; falsche Beanspruchung kann auch durch individuelle Schwächen bei der Verarbeitung zulässiger und sinnvoller Anforderungen verursacht sein. Hier könnte etwa auf die Diskussion um minimale Hirnfunktionsstörungen verwiesen werden (SCHMID 1967, LEMPP 1975).
3. Nicht jede Fehlbeanspruchung eines *Schülers* muß notwendig auf Ereignisse und Prozesse in der *Schule* zurückzuführen sein. Kinder im Schulalter sind auch anderen als nur schulischen Belastungen ausgesetzt – hier wären in erster Linie die Auswirkungen familialer Sozialisationsbedingungen zu nennen (z. B. KOB 1963, FEND u. a. 1976). Ein anschauliches Beispiel für diese These sind Clynes Untersuchungen zum Phänomen des Schulverweignens: CLYNE gab aufgrund seiner Ergebnisse seinem Buch den Titel „Absent. School refusal as an expression of disturbed family relationship.“ (In der deutschen Übersetzung des Titels fehlt der Hinweis auf die familiale Ursache des Schulverweignens – vielleicht ein Zeichen dafür, daß gelegentlich etwas voreilig aus Schülerproblemen auf die Schule als Verursacher geschlossen wird.)

Man wird angesichts der skizzierten Probleme wohl eingestehen müssen, daß Fehlbeanspruchung bei Schülern das Ergebnis recht komplexer Interaktionen von schulischen und außerschulischen Belastungen und deren individueller Verarbeitung durch jedes einzelne Kind ist. So wird es erforderlich, die Begründungen für Fehlentwicklungen an mehreren Stellen zu suchen:

- in der spezifischen Anforderungsstruktur des jeweiligen Schultyps bzw. der zur Diskussion stehenden Schulstufe, die sich in Stundentafeln, Lernstoffen, Lernzielen und selektionswirksamen Lernkontrollen widerspiegelt;
- in der durch die Person des Lehrers und die Struktur der Klasse mitbestimmten aktuellen Schulsituation, den dort stattfindenden Unterrichtsprozessen und sozialen Interaktionen;
- in der durch Geschlecht, Alter, physischen und psychischen Entwicklungsstand und individuelle Besonderheiten begründeten Verarbeitungskapazität jedes einzelnen Kindes und
- in außerschulischen Faktoren; bei jüngeren Kindern in erster Linie in den Bedingungen der familialen Sozialisation, bei Jugendlichen in der Nähe des Schulabschlusses auch im Bereich der Berufs- und allgemeinen Lebenschancen.

3. Anforderungsstruktur der Eingangsstufe

Die gegenwärtige Regelschule ist primär auf eher normative Vorstellungen von durchschnittlichen Einheits-Schulanfängern hin konstruiert, denen sie auf der Grundlage lernzielorientierter Curricula einheitliche Fähigkeiten und Fertigkeiten zu vermitteln versucht. Dabei bietet sie durchgeplante und organisierte, im wesentlichen wiederum einheitliche Lerngelegenheiten an; ein begrenzter Spielraum entsteht für das einzelne Kind allenfalls aus den in starkem Maß auf Lehrerinitiative beruhenden Versuchen der Differenzierung und Individualisierung (Einzelheiten dazu in den Einzelbeiträgen bei HARTUNG 1975). Aus dieser Konstruktion leitet sich ein Katalog von Anforderungen ab, die sich in erster Linie auf kognitive Leistungen, feinmotorische Fertigkeiten, Unauffälligkeit des Verhaltens im Klassenverband und Verzicht auf spontane Handlungsinitiativen – einschließlich des Verzichts auf Bewegung – richten. Der „Arbeitsplatz“ des Schulanfängers entspricht einem beruflichen Arbeitsplatz mit informatorisch-mentaler Tätigkeit höchster Schwierigkeit (ROHMERT und RUTENFRANZ 1975). Ein Charakteristikum der Eingangsstufe ist nicht so sehr die Art dieser Anforderungen, die ähnlich in allen Schulstufen angetroffen werden, sondern die Tatsache, daß sie für die Schulanfänger in mehr oder minder großem Umfang neuartig sind. Sie heben sich von den Ansprüchen, die Familienleben oder Kindergarten stellen, deutlich ab. So verlangen sie von den Kindern zuallererst *Anpassungsprozesse*, und zwar gleichzeitig im kognitiven, emotionalen, sozialen, psychomotorischen und physiomotorischen Bereich. Die Vermutung, daß die Konflikträchtigkeit der Einschulungsphase für zahlreiche Kinder unter anderem aus den Ansprüchen an ihre Anpassungsfähigkeit resultiert, veranlaßte den Bildungsrat und die Bundesländer-Kommission für Bildungsplanung zu Veränderungsvorschlägen, die alle vorsehen, mehr Zeit als bisher für die Anpassungsphase zur Verfügung zu stellen und den „Bruch“ zwischen vorschulischen und schulischen Anforderungen zu vermeiden (MUTH 1975). „Offizielle“ und auf Einzelinitiative zurückführbare Realisierungsversuche sind bereits vorgestellt worden (s. z. B. Der Hessische Kultusminister 1975, HORN und THIEMEL 1977). In diesem Zusammenhang ist jedoch die Frage zu stellen, ob sich auch die Forderung nach stärkerer Individualisierung des Anfangsunterrichtes im Rahmen solcher Modelle verwirklichen läßt, solange Lernzielkataloge von normativem Charakter Unterrichtsinhalte und die Gestaltung der Lernsituationen bestimmen (LICHTENSTEIN-ROTHER 1975). Versuche mit im Kindergarten oder in der englischen infant school erprobten „offenen Lernsituationen“ scheinen recht erfolgreich zu sein, werden aber in

der Lehrerausbildung bisher wenig berücksichtigt und stoßen auf äußere Realisierungsschwierigkeiten wie etwa ungeeignete Klassenräume, unzureichende Materialausstattung, protestierende Hausmeister und Raumpflegerinnen (GARLICH 1977). Das Hauptproblem mit derartigen Experimenten dürfte jedoch darin liegen, daß sich ihr Erfolg mit den im Rahmen lernzielorientierter Curricula üblicher Lernkontrollen nur schwer oder gar nicht erfassen läßt, so daß die Skepsis einer auf Leistungsbewertung und Leistungsvergleich ausgerichteten Öffentlichkeit nicht ohne weiteres aus dem Wege zu räumen ist.

4. Die Ermittlung der individuellen Belastbarkeit bei Schulanfängern

An Schulanfänger werden mit Rücksicht auf die schulische Belastung bestimmte Erwartungen gerichtet. Sie sollen körperlich altersentsprechend entwickelt und leistungsfähig und kognitiv den spezifischen Anforderungen der Schule gewachsen sein. Maßstab für die Erfüllung dieser Erwartungen sind Normalitätsskalen, die zumindest im Bereich meßbarer Funktionswerte meist aus Altersgruppen-Medianwerten abgeleitet sind. Aus dieser globalen Konzeption vom „schulfähigen“ Kind entsteht eine Reihe von mehr oder weniger leicht lösbaren Problemen:

1. Vergleichsweise fortgeschritten ist die Diskussion um Art, Umfang und Zeitpunkt der ärztlichen Schulfähigkeitsuntersuchung (HARTUNG 1975 a). Gegenwärtig zeichnen sich zwei Tendenzen ab. Die Ausdehnung der Diagnostik z. B. auf Symptome, die Anzeichen für minimale Hirnfunktionsstörungen sein können (PECHSTEIN, VOGT und KWIET 1975) und die Vorverlegung der Untersuchung auf ca. 1 Jahr vor der Einschulung, um Zeit für Behandlungsmaßnahmen zu gewinnen (HARTUNG 1975 a).
2. Nur begrenzt ist es im Vergleich zu der weitentwickelten Diagnostik bisher gelungen, die Befunde der ärztlichen Schulfähigkeitsuntersuchung in praktische Handlungsvorschläge umzusetzen. Eindeutige Konsequenzen – meist auf dem Gebiet ärztlicher Behandlung – ergeben sich nur bei festgestellten behandlungsfähigen Erkrankungen oder Störungen der Sinnesfunktionen. Dagegen erfährt der Lehrer weder in der Ausbildung noch später im konkreten Fall durch den Schularzt, welche pädagogischen Reaktionen von ihm erwartet werden, wenn bei einzelnen Kindern Abweichungen vom durchschnittlichen Entwicklungstempo oder vom durchschnittlichen Ernährungszustand bestehen, wenn bei normaler Intelligenz Teilleistungsschwächen vorliegen oder wenn

Defizite der körperlichen Leistungsfähigkeit nachgewiesen wurden (HARTUNG 1975 a). Die Hinweise auf „verminderte Belastbarkeit“, „erhöhte Ermüdbarkeit“ oder noch allgemeiner auf „Risikokinder“ ermöglichen in dieser Form noch keine spezifischen unterrichtlichen Maßnahmen; sie mögen allerdings geeignet sein, die Sensibilität des Lehrers für Auffälligkeiten zu steigern.

3. Auch die Möglichkeiten, globalere Aussagen über die körperliche Belastbarkeit für die Altersgruppe der Schulanfänger und über die daraus ableitbaren Schlußfolgerungen zu machen, sind bisher begrenzt. Die unter schulhygienischem und unterrichtsphysiologischem Aspekt formulierten Vorschläge zur Gestaltung des „Arbeitsplatzes“ Schule berücksichtigen die spezifischen Bedürfnisse der jüngsten Schüler gegenwärtig nur auf drei eher selbstverständlichen Gebieten: Bei der Forderung nach „ausreichenden Bewegungsmöglichkeiten“, nach altersgerechtem Schulmobiliar und in den Empfehlungen zur Lektionsdauer und zur Pausengestaltung (KLIMT 1975).
4. Einige zentrale Probleme der psychologischen Schuleignungsdiagnostik hat Oerter erst jüngst zusammenfassend und sehr anschaulich dargestellt (1977, dort auch weiterführende Literatur). Da der Aufsatz in Kürze verfügbar sein wird, kann an dieser Stelle auf nähere Ausführungen verzichtet werden. Es sollte jedoch festgehalten werden, daß die bisher meist angewandten Testverfahren auf die Prüfung kognitiver Fähigkeiten und der schreibmotorischen Geschicklichkeit abzielen (OERTER 1977), dagegen keinerlei Aussagen über die individuelle psychische (kognitive und emotionale) Belastbarkeit zulassen. Da mehrfach gezeigt wurde, daß „Schulversagen“ und andere Erscheinungsformen von Fehlbeanspruchung nur in der geringeren Zahl der Fälle aus unzureichender Intelligenz erklärt werden können (WALLIS 1961, SCHMID 1967, LEMPP 1975), muß konstatiert werden, daß die psychologische Bestandsaufnahme bei Schulbeginn unvollständig ist und zur Vorbeugung und Verhütung von Fehlbeanspruchung nur in begrenztem Umfang beitragen kann. Hier erscheint es notwendig, Entstehungsursachen und Erscheinungsformen emotionaler und psychosozialer Stabilität oder Störanfälligkeit so zusammenzustellen und handhabbar zu machen, daß sie zur Beurteilung der individuellen psychischen Belastbarkeit herangezogen werden können. Konsequenterweise wäre darüber hinaus Hinweise darauf zu fordern, wie die Schule allgemein und der einzelne Lehrer auf Unterschiede der psychischen Belastbarkeit reagieren sollen.

5. Probleme der Eltern in der Einschulungsphase

Unter Verzicht auf eine eingehende Erörterung familialer Sozialisationsprozesse, die Diskussionsgegenstand einer besonderen Arbeitsgruppe dieser Tagung sein werden, sollen hier lediglich einige konkrete Beispiele aufgeführt werden, die *Interaktionsprobleme* zwischen Schule, Schüler und Familie in der Einschulungsphase sichtbar machen können. Dabei geht es an dieser Stelle weniger um gründlich belegte als um plausible, vernünftiger Mutmaßung zugängliche Phänomene.

1. Mit der Einschulung eines Kindes wird für viele Eltern erstmals, für andere erneut deutlich, daß ihre eigenen Vorstellungen von Schule und Unterricht – oft vermutlich aus der Erinnerung vornehmlich an die letzte Phase der eigenen Schulzeit abgeleitet – mit der Realität nicht mehr übereinstimmen. Die Wahrnehmung dieser Diskrepanz kann Unsicherheit und möglicherweise Mißtrauen erzeugen (s. dazu auch IBEN 1975), die wiederum dem betroffenen Schüler nicht verborgen bleiben.
2. Mit der Einschulung steigert sich die Intensität, mit der Fähigkeiten und Leistungen des eigenen Kindes mit denen altersgleicher Kinder verglichen werden. Dabei könnte sich herausstellen, daß die bisherige Einschätzung der Anlagen und Entwicklung des Schulanfängers durch die Eltern falsch war. Die Konsequenz können Beziehungskrisen sein, aber auch Erziehungsmaßnahmen, die eine zusätzliche Belastung darstellen. In beiden Fällen wird die durch den Schulbeginn ohnehin hohe Beanspruchung des Kindes verstärkt.
3. Der Erziehungsstil des Lehrers, der die Schulanfängerklasse übernimmt, und elterlicher Erziehungsstil können stark auseinanderweichen. Resultiert daraus Kritik am Lehrer, so wird dem Kind die Herstellung einer positiven Beziehung zum Lehrer erschwert.

Obwohl sich der Konfliktfall in der durch die Beispiele skizzierten Weise schon auf der Ebene des Allgemeinverständnisses relativ leicht konstruieren läßt, wird zur Notwendigkeit einer verstärkten Zusammenarbeit zwischen Eltern und Schule immer noch diskutiert. Noch 1975 auf der Tagung über „Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes“ (HARTUNG 1975) spielte Schule-Eltern-Kooperation bei der Erörterung von Veränderungen der Eingangsstufe praktisch keine Rolle. Für die Schulanfänger belastende Konflikte zwischen Elternhaus und Schule können jedoch nur dann vermieden werden, von Schule und Familie gemeinsam und in gegenseitiger Unterstützung gesteuerte Erziehungsprozesse können nur dann initi-

iert werden, wenn der Informationsaustausch zwischen beiden Partnern wesentlich verstärkt wird. Hier steht nicht nur Diskussion, ob es möglicherweise ohnehin ein „Elternrecht“ wäre, über Schule und Unterricht des eigenen Kindes besser informiert zu sein: Es ist in erster Linie ein „Kinderrecht“, daß Familie und Schule miteinander, nicht gegeneinander ihren Erziehungsauftrag erfüllen. Insofern darf es wohl als positive Entwicklung verstanden werden, wenn die bereits erwähnten Versuche zur Reform der Eingangsstufe (Der Hessische Kultusminister 1975, HORN und THIEMEL 1977) Elternarbeit und Schule-Eltern-Kooperation ausdrücklich in das Reformprogramm aufnehmen.

6. Anhang: Literatur

- CLYNE, M. B.: Schulkrank?
Stuttgart, Klett 1969
- Der Hessische Kultusminister: Eingangsstufe – differenzierte Grundschule.
Hessisches Institut für Lehrerfortbildung, Hauptstelle Reinhardswaldschule, 3501 Fuldastr. 1 (1975)
- FEND, H., W. KNÖRZER u. a.: Sozialisierungseffekte der Schule.
Weinheim 1976
- GARLICH, A.: Schuleintritt, Schulfähigkeit und Lernsituation.
Referat zur Arbeitstagung „Der Schulbeginn und die Gesundheit des Kindes“. Bundesvereinigung für Gesundheitserziehung
Bonn-Bad Godesberg 1977
- HARBAUER, H.: Kinder- und jugendpsychiatrische Gesichtspunkte bei der Diagnose von Schulschwierigkeiten.
In: H.-D. PACHE (Hrsg.): Schulschwierigkeiten. Stuttgart, Enke 1973
- HARNACK, G.-A. v.: Nervöse Verhaltensstörungen beim Schulkind
Stuttgart, Thieme 1958
- HARTUNG, K.: Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes.
Tagungsbericht.
Deutsches Grünes Kreuz, Marburg 1975
- HARTUNG, K.: Die Beurteilung der Schulfähigkeit aus kinderärztlicher Sicht.
In: K. HARTUNG (Hrsg.): Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes. Deutsches Grünes Kreuz, Marburg, pp 31-42 (1975a)

- HELLBRÜGGE, Th.: Grundlagen einer kindgerechten Unterrichtshygiene.
In: H. OPITZ und F. SCHMID (Hrsg.): Handbuch der Kinderheilkunde, Bd. III, pp 1190-1217, Berlin etc., Springer 1966
- HORN, H. A. und F. THIEMEL: Kooperatives Eingangsstufenmodell.
Die Grundschule 8/77, 443 ff (1977)
- IBEN, G.: Psychohygienische Probleme im gegenwärtigen Bildungssystem der Bundesrepublik Deutschland.
In: H. E. EHRHARDT (Hrsg.): Aggressivität-Dissozialität-Psychohygiene Berlin etc., Huber 1975, pp 106-122
- KOB, J.: Erziehung in Elternhaus und Schule.
Stuttgart 1963
- KLIMT, F.: Gestaltung der Eingangsstufe unter arbeitsphysiologischem Aspekt alters- und entwicklungsgerechter Belastbarkeit.
In: HARTUNG, K. (Hrsg.): Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes. Deutsches Grünes Kreuz, Marburg 1975, pp 139-177
- LEMPPE, R.: Warum ist unsere Schule zum führenden pathogenen Faktor für Verhaltensstörungen geworden?
In: H. E. EHRHARDT (Hrsg.): Aggressivität-Dissozialität-Psychohygiene Bern etc., HUBER 1975, pp 106-122
- LICHTENSTEIN-ROTHER, I.: Gestaltung der Eingangsstufe aus schulpädagogischer Sicht.
In: HARTUNG, K. (Hrsg.): Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes, pp 121-128. Deutsches Grünes Kreuz, Marburg 1975
- MATTHIAS, H.: Reifung, Wachstum und Wachstumsstörungen des Haltungs- und Bewegungsapparates im Jugendalter.
Basel, Karger 1966
- MEINHARDT, J.: Leitsymptom Schulangst.
Der Deutsche Arzt 1976, 21-36
- MUTH, J.: Vorstellungen der Bildungskommission des Deutschen Bildungsrates zur Vorverlegung der Bildungspflicht.
In: HARTUNG, K. (Hrsg.): Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes, pp 51-56. Deutsches Grünes Kreuz, Marburg 1975
- NISSEN, G.: Psychogene Störungen mit vorwiegend psychischer Symptomatik.
In: HARBAUER, H., R. LEMPP, G. NISSEN und P. STRUNK: Lehrbuch der speziellen Kinder- und Jugendpsychiatrie, pp 95-121 Berlin etc., Springer 3 1976

- OERTER, R.: Lernfähigkeit und psychischer Entwicklungsstand des Kindes am Schulanfang.
Referat zur Arbeitstagung „Der Schulbeginn und die Gesundheit des Kindes“. Bundesvereinigung für Gesundheitserziehung, Bonn-Bad Godesberg 1977
- PECHSTEIN, J., H. J. VOGT und B. KWIET: Interdisziplinäre Kooperation zur Vermeidung von Fehleinschulungen.
In: HARTUNG, K. (Hrsg.): Schulbeginn und seelische Gesundheit des Kindes, pp 59–78. Deutsches Grünes Kreuz, Marburg 1975
- ROHMERT, W. und J. RUTENFRANZ: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen.
Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1975
- SARASON, S. B., K. S. DAVIDSON, F. F. LIGHTHALL, R. R. WAITE und B. K. RUEBUSH: Angst bei Schulkindern.
Stuttgart, Klett 1971
- SCHMID, B.: Normalbegabte Schulversager.
Med. Dissertation, Tübingen 1967
- SCHRIEVER, F.: Macht die Schule krank?
Bericht zum Wettbewerb „Jugend forscht“.
Kaiserslautern 1976
- STRUNK, P.: Psychogene Störungen mit vorwiegend körperlicher Symptomatik.
In: HARBAUER, H., R. LEMPP, G. NISSEN und P. STRUNK: Lehrbuch der speziellen Kinder- und Jugendpsychiatrie, pp 122–173 Berlin etc., Springer 3 1976
- TESCHNER, Wolfgang-P.: Gutachten für den Bundesminister für Bildung und Wissenschaft: Schulorganisatorische Aspekte und Aspekte der Schulleistungsbeurteilung. = BMBW-Werkstattberichte, Heft 10, 1977
- WALLIS, H.: Ursachen des Schulversagens.
Dt. med. Wschr. 86, 1709–1719 (1961)
- WIEST, U.: Schulerfolg – Schulversagen
Stuttgart 1975

Busch, D. W.

Einige Überlegungen zum Verhältnis von außerschulischer
Lebenssituation und schulischer Beanspruchung

In: Beanspruchung von Schülern

Abschlußbericht der Tagung 'Beanspruchung von
Schülern' vom 28.- 30. November in Osnabrück,
S. 60 - 69

BMBW - Werkstattberichte Bd. 12; Der Bundesminister
für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1978

Dirk W. BUSCH

Einige Überlegungen zum Verhältnis von außerschulischer Lebenssituation und schulischer Beanspruchung (AG V)

Die folgenden Überlegungen sind Teil eines empirischen interdisziplinären (Mediziner, Ingenieurwissenschaftler, Pädagoge, Soziologe) Forschungsvorhabens an der Universität Bremen zum Problem „Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule“ (BAS-Projekt). Konzeptionell lehnt sich dieses Projekt zunächst an das arbeitswissenschaftliche Modell von Leistungsfähigkeit und Leistung und das daraus weiterentwickelte Belastungs-Beanspruchungs-Konzept ergonomischer Untersuchungen an (ROHMERT/RUTENFRANZ 1975, BERNDT/BUSCH/SCHÖNWÄLDER 1977). Im Rahmen dieses allgemeinen Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes erhält der außerschulische Sozialisationskontext, in dem der einzelne Schüler steht den Stellenwert einer intervenierenden Variable bzw. eines Variablenkomplexes, der sich sozusagen als modifizierende Instanz zwischen die aktuelle schulische Situation als „Reizgeber“ und die spezifischen kognitiven, emotionalen und physischen Reaktionen des Schülers schiebt. Konkret bedeutet dies, daß wir davon ausgehen, daß die Reizverarbeitungsmechanismen eines Schülers – neben weiteren Variablen wie „physische Verfassung“, „genetische Ausstattung“ usw. – in starkem Maße von seiner *bisherigen Entwicklungs- und Sozialisationsgeschichte* (schulisch wie außerschulisch) abhängen und daß darüber hinaus seine Reaktions- und Verarbeitungsmuster in der Schule wesentlich von der *aktuellen außerschulischen Lebenssituation* des Schülers mitbestimmt werden.

Der allgemeine sozialisationstheoretische Ansatz geht davon aus, daß der Mensch bei seiner Geburt ein nur wenig strukturiertes Lebewesen ist, das erst in einer Vielzahl von Interaktionsprozessen mit seiner Umwelt das existenznotwendige, auf die Erwartungen und Anforderungen der jeweiligen Interaktionspartner ausgerichtete Verhalten lernt und damit seine „zweite Geburt“ (KÖNIG 1965) als sozialkulturelle Person erfährt. Sozialisation soll im folgenden entsprechend als Sammelbegriff für alle Teilprozesse verstanden werden, in denen „ein Individuum, das mit einem riesigen Spektrum an Verhaltensmöglichkeiten geboren wird, dazu gebracht wird, ein aktuelles Verhalten zu entwickeln, das auf einen erheblich geringeren Spielraum beschränkt ist – nämlich was dem Handelnden, entsprechend den Standards seiner Gruppe, üblich und akzeptabel erscheint“ (CHILD 1954, Übersetzung von mir). Entscheidend für diesen Lernprozeß ist, daß

die Werte, Ziele, Normen und konkreten Verhaltensweisen des jeweiligen sozialen Systems relativ schnell vom Individuum übernommen und als seine eigenen definiert werden, d. h. sie sind internalisiert worden und steuern das „individuelle“ Verhalten.

In der Hierarchie der Sozialisationsagenturen, die die Vermittlung dieser kulturellen bzw. subkulturellen Muster leisten, nimmt hierbei die *Herkunftsfamilie* nach wie vor uneingeschränkt den ersten Platz im Prozeß der „Sozialmachung“ bzw. der „Sozialwerdung“ (FEND 1972) des Kindes ein. Die Wertvorstellungen, Einstellungen und Verhaltensweisen des Elternhauses stellen die relevanten Bezugspunkte dar, an denen sich die erste Orientierung des Individuums vollzieht und die weitreichende Konsequenzen für die gesamte weitere Persönlichkeitsentwicklung – u. a. auch durch die mehr oder weniger gezielte Selektion der nachfolgenden Sozialisationsinstanzen und -einflüsse – nach sich ziehen. Die Kernfamilie stellt sozusagen eine Umschlagstelle für die in einer Gesellschaft herrschenden Wertssysteme dar, die dafür sorgt, daß nicht nur Widersprüche innerhalb kultureller Wertssysteme „aufgehoben“, sondern daß Werte hier erst in bestimmter Weise für den einzelnen „handlich“ gemacht werden (CLAESSENS 1967).

Auf das im BAS-Projekt zu untersuchende Phänomen der schulischen Belastung bezogen bedeutet dies, daß man davon ausgehen kann, daß im Verlauf der familialen Sozialisation die *generellen* Einstellungen und Orientierungen des Schülers gegenüber der Institution Schule und dem Stellenwert schulischer Arbeit aufgebaut werden (KOB 1963, GRIMM 1966, ROLFF 1967, LOERKE und GEBAUER 1967, CHRISTOPH und SCHAEDEL 1968, PETTINGER 1970, FEND 1973 und 1974, HURRELMANN 1975, ABRAHAMS und SOMMERKORN 1976, FRÖHLICH 1976, FREESE 1976).

In diesem Zusammenhang wäre etwa die einschlägige Forschung zum Aufbau einer allgemeinen *Leistungsmotivation* (McCLELLAND et al. 1953, ROSEN und D'ANDRADE 1959, ROSEN 1961, KLINGER 1966, HECKHAUSEN 1963, 1966 und 1969, SEWELL und SHAW 1968, BUSCH 1973, FEND 1973) als einer der bedeutendsten Grundlagen für die Funktionstüchtigkeit moderner Industriegesellschaften (PARSONS 1958, OFFE 1970) sowie die Befunde zum Aufbau einer insbesondere für die gesamte Schulkarriere äußerst bedeutsamen spezifischen *Zukunfts- und Aufstiegsorientierung* (KOSAKOS 1971, ORTMANN 1971, HURRELMANN 1975) zu berücksichtigen. Diese Forschungsergebnisse sind andererseits untrennbar mit der die Sozialisationsforschung der letzten vierzig Jahre beherrschenden Proble-

matik der *schichtspezifischen Sozialisation* verbunden, deren mittlerweile kaum noch überschaubare (BRONFENBRENNER 1958, WALTER 1973) – und gerade in jüngster Zeit an einem zentralen Punkt heftig umstrittene (KOHN 1969, BERTRAM 1976, ABRAHAMS und SOMMERKORN 1976) – Vielfalt an Befunden in dem uns interessierenden Kontext ebenfalls mit herangezogen werden müßten. Um die Verbindungsmöglichkeiten zwischen der sozialisationstheoretischen Perspektive und den damit verbundenen empirischen Forschungsergebnissen und dem im BAS-Projekt im Vordergrund stehenden Problem der Schülerbeanspruchung zu verdeutlichen, sollen für die Ebene der Tradierung und/oder des Einflusses *genereller elterlicher Orientierungen* exemplarisch die folgenden zwei Hypothesen stehen:

1. Je größer die Diskrepanz zwischen der elterlichen Aufstiegsorientierung (und/oder der des Schülers) und/oder elterlicher Leistungsorientierung (und/oder der des Schülers) und der faktischen schulischen Leistung des Kindes ist, desto größer wird insgesamt gesehen die individuelle Beanspruchung durch die „Schularbeit“ sein. Andererseits:
2. Je stärker die Aufstiegsorientierung/Leistungsorientierung der Eltern ist, desto größer wird das Interesse und die elterliche Unterstützung in schulischen Angelegenheiten sein. Dies könnte zumal bei den elterlichen Erwartungen/Ansprüchen entsprechenden Schulleistungen des Kindes – tendenziell zu einer Verminderung der Schülerbeanspruchung führen.

Versucht man zum Beispiel die erste der beiden exemplarischen Hypothesen in Verbindung mit den Ergebnissen schichtspezifischer Sozialisationsforschung zu setzen, so wäre zu erwarten, daß insbesondere die Kinder aus der oberen Unterschicht und der unteren Mittelschicht (wenn man einmal ein fünfstufiges Schichtmodell zugrunde legt) im Vergleich zu ihren Mitschülern aufgrund ihres familiären Sozialisationskontextes durch die schulischen Anforderungen stärker beansprucht sein müßten.

Die im Elternhaus dominanten Wertvorstellungen und Grundorientierungen sowie die konkreten elterlichen Einstellungen gegenüber der Institution Schule und der Bedeutsamkeit schulischer Ausbildung stellen somit für jedes Kind einen wesentlichen Bezugspunkt im Bewußtsein seiner Schülerexistenz dar, an dem es sich bei seiner eigenen Definition der Schülerrolle orientieren wird bzw. muß, unabhängig davon, ob es die elterlichen Vorstellungen akzeptiert bzw. internalisiert hat oder nicht. Das heißt, vor allem in den ersten Jahren seines

Schuldaseins, in denen in der Regel keine Orientierungsalternativen zur Verfügung stehen, resultieren aus den elterlichen Vorstellungen die jeweiligen aktuellen Interpretations- und Bewertungsmuster des Kindes für konkrete schulische Lernsituationen, die je nach Wahrnehmungs- und Deutungsfolie bei identischer Reizvorgabe zu unterschiedlichen Beanspruchungsreaktionen auf seiten der Schüler führen können – bei gleichzeitiger Konstanz der weiteren potentiellen Einflußfaktoren.

Während sich die bisherigen Ausführungen in erster Linie auf die Bedeutung genereller Verhaltensdispositionen bezogen, sollen im folgenden Überlegungen zum Einfluß des konkreten elterlichen Erziehungsverhaltens angestellt werden. Hierbei dürfte vor allem das jeweilige *Sanktions-* und *Kontrollverhalten* der Eltern einen hohen Erklärungswert besitzen. In Anlehnung an allgemeine lerntheoretische Annahmen kann zunächst einmal davon ausgegangen werden, daß Eltern, die stärker mit Belohnungen und Lob arbeiten, zum einen weniger Druck auf ihre Kinder ausüben und zum anderen erfolgreicher hinsichtlich der Realisierung ihrer Erziehungsziele sein werden als Eltern, die eher mit Hilfe negativer Sanktionen wie Bestrafungen und Drohungen das Verhalten ihrer Kinder beeinflussen wollen. In bezug auf das Problem der kindlichen Beanspruchung könnte man ganz allgemein die Hypothese formulieren:

3. Eltern mit einem Sanktionsverhalten des ersten Typs (belohnungsorientiert) stellen in geringerem Maße einen Belastungsfaktor für ihre Kinder dar als Eltern mit einem Sanktionsverhalten des zweiten Typs (bestrafungsorientiert).

Für die individuelle Beanspruchung eines Schülers dürfte es daher von großer Bedeutung sein, mit welchem Sanktionsverhalten seiner Eltern er bei einem gegebenen eigenen schulischen Verhalten rechnen kann bzw. muß. Dies wird um so problematischer werden, je stärker sein aktuelles Verhalten in der Schule von den Erwartungen des Elternhauses abweicht, wobei sich dies sowohl auf den kognitiven Bereich (Schulleistungen) wie auch auf nicht-kognitive Bereiche (z. B. Sozialverhalten) beziehen kann. Das heißt, wir gehen davon aus, daß das vom Schüler *antizipierte Sanktionsverhalten* der Eltern einen erheblichen Einfluß auf seine Verarbeitung schulischer Belastungen ausübt und entsprechend hierdurch die individuelle Beanspruchung verringert oder verstärkt wird.

Um zur Konkretisierung noch einmal eine Hypothese exemplarisch herauszugreifen:

4. Je stärker ein Schüler darauf vertrauen kann, daß seine Eltern bei schulischem Mißerfolg nicht mit negativen Sanktionen reagieren werden, desto geringer wird die Beanspruchung in spezifischen schulischen Leistungssituationen (z. B. Schreiben einer Klassenarbeit) sein.

Unabhängig vom elterlichen Sanktionsverhalten muß jedoch auch die Stärke der Kontrolle berücksichtigt werden, dem das kindliche Verhalten im Elternhaus unterworfen ist. Die Konsequenzen einer starken Elterndominanz und Bevormundung des Kindes und der hiermit verbundenen Einschränkung seines Handlungs- und Entscheidungsspielraumes hat AUSUBEL (1968) in einem idealtypischen Persönlichkeitssyndrom beschrieben, das diese Kinder als fleißig, stark motiviert, verantwortungsbewußt, selbstkritisch, übertrieben gelehrt und fügsam charakterisiert, gleichzeitig jedoch konstatiert, daß bei ihnen ein Mangel an Spontaneität, Durchsetzungsvermögen und Selbstvertrauen besteht. Dieser Befund, der als empirisch relativ gut abgesichert gelten kann (SEARS et al. 1957, KAGAN und MOSS 1962), veranlaßt FREESE (1976) zu der Vermutung, daß stark von den Eltern dominierte Kinder in Lernsituationen eher versagen werden, in denen spezifische Leistungsdispositionen der Ich-Autonomie wie Kreativität, intellektuelle Neugier, Phantasie, intellektuelle Unabhängigkeit, Spontaneität und dergleichen gefordert werden. Auf der anderen Seite könnte man ebenso die Hypothese formulieren – was FREESE interessanterweise unterläßt –, daß Kinder aus wenig kontrollierten familialen Sozialisationsklimata in schulischen Lernsituationen eher versagen werden, in denen vorwiegend Anpassungs- oder gar Unterordnungsleistungen erbracht werden sollen – was im Zweifel der vergleichsweise typischere Fall der Arbeit in der Schule sein dürfte. Bezieht man diese Überlegungen zum elterlichen Kontrollverhalten auf unser Problem der schulischen Beanspruchung, so ist wiederum eine Vielzahl von Hypothesen denkbar, die vor allem im Zusammenhang mit den unterschiedlichen möglichen Konstellationen, bezogen auf die mehr oder weniger homogenen Erziehungsziele und -mittel in Elternhaus und Schule sowie die entsprechenden kompatiblen bzw. inkompatiblen Anforderungsstrukturen und Verhaltenserwartungen stehen. Zur Exemplifizierung des angenommenen Zusammenhangs zwischen Kontrollverhalten und Beanspruchung könnte man die folgende allgemeine Hypothese formulieren:

5. Je geringer die Differenz zwischen dem elterlichen Kontrollverhalten und dem Kontrollverhalten des/der Lehrer(s) in der Schule ist, desto geringer wird die Beanspruchung durch die Schularbeit sein.

Als ein weiteres wesentliches Merkmal der häuslichen Erziehungsumwelt, das das gesamte familiäre Sozialisationsklima sozusagen als strukturelle Randbedingung nachhaltig beeinflusst, muß die *aktuelle Familienkonstellation* bei der Analyse der schulischen Beanspruchung einbezogen werden. Die Bedeutung von intakten vs. „broken-home“-Strukturen innerhalb der Familie für eine „gesunde“ Entwicklung des Kindes ist in der Vergangenheit in vielen Untersuchungen betont worden (v. HARNACK 1958, AUSUBEL 1958, BLACKHAM 1971, NISSEN 1971, RICHTER 1976, BAUMGÄRTEL 1976).

Das Problem hierbei liegt allerdings in der Identifikation von „echten“ intakten vs. nicht-intakten Familienkonstellationen. So muß die Tatsache, daß die Familie komplett ist, was in der Regel als Indikator für eine intakte Familie benutzt wird, noch keineswegs bedeuten, daß hier ein „harmonisches“ Sozialisationsklima herrscht, das dem Kind die für seine Entwicklung erforderliche *emotionale Stabilität* gibt. Vielmehr sind schon aus der Alltagserfahrung heraus wie auch aus der einschlägigen – zumeist psychiatrisch bzw. therapeutisch orientierten – Literatur (RICHTER 1970 und 1976) eine Vielzahl von Konstellationen denkbar und empirisch nachweisbar, in denen aufgrund latenter und/oder offen ausgetragener Konflikte zwischen den Eltern die vollständige Familie eher ein Garant für die Verstärkung vor allem emotionaler Spannungszustände beim Kind ist. In diesen Fällen stellte die partielle Auflösung des Familienverbandes (= broken home - Konstellation) vermutlich die insgesamt weniger belastende häusliche Situation für das Kind dar.

Bei der Diskussion über die Bedeutung der Struktur des Familienverbandes ist darüber hinaus eine Variable zu berücksichtigen, die üblicherweise als „Stellung in der Geschwisterreihe“ bezeichnet wird und mit Hilfe derer die Auswirkung der jeweiligen Geschwisterposition und damit einige Hypothesen überprüft werden können, wie sie etwa in dem Ansatz von TOMAN (1965) – allerdings nicht im Zusammenhang mit der Beanspruchung in der Schule – angedeutet worden sind. Im Kontext der Familienstruktur und seiner Wirkung vor allem auf die emotionale Stabilität des Kindes – aber auch in bezug auf die Unterstützung und Förderung seiner kognitiven Fähigkeiten – war schließlich auch das „Schlüsselkind-Problem“ als potentieller häuslicher Belastungsfaktor zu thematisieren. Hierbei gehen wir von folgender Annahme aus:

6. Kinder, die aufgrund der Berufstätigkeit beider Elternteile (oder aufgrund anderer Umstände) weitgehend sich selbst überlassen sind, wenn sie nach dem „Schul-Arbeitstag“ nach Hause kommen

werden wegen der nicht vorhandenen Möglichkeit, ihre aktuellen, schulischen Erfolgs- bzw. Mißerfolgs-erlebnisse im Gespräch mit einer für sie relevanten („emotionalen“) Bezugsperson verarbeiten zu können, durch die Schularbeit insgesamt stärker beansprucht werden als Schüler, bei denen regelmäßig ein Elternteil nach Schulschluß als Gesprächspartner zur Verfügung steht.

Neben den bisher diskutierten unmittelbaren (internen) Bedingungen familialer Sozialisation müßten schließlich in einem sozialisationstheoretischen Ansatz auch sogenannte objektive Konstituenten der außerschulischen Lebenssituation des Kindes wie z. B. das Mobilitätsverhalten der Eltern oder aber die aktuellen Wohnverhältnisse – die ja die außerschulischen Arbeitsbedingungen des Schülers darstellen – Berücksichtigung finden. Das elterliche Mobilitätsverhalten scheint uns deshalb von Bedeutung für die schulische Beanspruchung des Kindes zu sein, weil etwa mit der Frage nach der *regionalen* (auch innerstädtischen) *Mobilität* das Problem der Integration in bzw. Assimilation an den jeweiligen Stadtteil angesprochen ist, die in der Regel eine Funktion der Zeit sind:

7. Es ist zu vermuten, daß Kinder, die schon über einen längeren Zeitraum in ein und demselben Stadtteil leben, einen relativ hohen Integrationsgrad in die außerschulische „Gemeinschaft der Gleichaltrigen“ aufweisen und von daher über stabile Sozialbeziehungen verfügen werden, wohingegen ein schwächerer (oder gar nicht existenter) Integrationsgrad von gerade Hinzugezogenen sich für diese als zusätzlicher Belastungsfaktor erweisen könnte.

Mit der Problematik der *beruflichen Mobilität* soll dagegen einerseits die Flexibilität der Eltern im ganz allgemeinen Sinne einer Reaktionsbereitschaft auf veränderte Situationen thematisiert werden und andererseits als grober Indikator für die vertikale Dimension beruflicher Mobilität dienen (Auf- und Abstieg). Hierbei könnte man erwarten, daß

8. „Aufsteiger“ versuchen werden, einen starken Leistungsdruck auf ihr Kind im Hinblick auf eine erfolgreiche Schulkarriere auszuüben (Verstärkung der Beanspruchung) während „Absteiger“ ihren beruflichen Mißerfolg (falls sie ihn als solchen interpretieren – was aber in der Regel der Fall sein dürfte) in Form einer eher resignativen Grundhaltung an ihre Kinder weitergeben werden (Verminderung der Beanspruchung).

Fassen wir unsere bisherigen Überlegungen zusammen. Im Rahmen eines sozialisationstheoretischen Ansatzes sollen die bisherigen

und aktuellen Bedingungen der außerschulischen Lebenssituation des Schülers erfaßt werden. Im Mittelpunkt dieser Analyse steht das Verhältnis Elternhaus – Schule – schulische Beanspruchung des Kindes. Hierbei gehen wir von der Annahme aus, daß in den vergangenen Jahren in zunehmendem Maße auch den Eltern aus bislang der gesamten Bildungssystem eher reserviert gegenüberstehenden Bevölkerungsschichten die verstärkte Bedeutung der Schule als zentraler Zuweisungsstelle von sozialen Lebenschancen bewußt geworden ist – was zum großen Teil auf eine spezifische Bildungspolitik und hiermit verbundene staatliche Aufklärung zurückführbar ist. Diese erhöhte Sensibilisierung für die Notwendigkeit einer soliden, qualifizierten Schulbildung als *conditio sine qua non* einer befriedigenden Lebensperspektive schlägt sich auf der anderen Seite in einer erheblich stärkeren Bewertung schulischer Belange insgesamt nieder wie auch konkret in einer Erhöhung der elterlichen Leistungsanforderungen an das Kind. Diese Überlegungen führen uns zu der *generellen Arbeitshypothese*, die diesem Abschnitt zugrunde liegt:

Die eigentliche Dramatisierung und Zuspitzung des „Schulstress Problems“ in den letzten Jahren erfolgt aufgrund eines (latenten oder manifesten) höheren Anspruchsniveaus der Eltern, das zu einer in nicht adäquaten Leistungsanforderungen sowie einer erheblichen strengeren Kontrolle der „Schul-Arbeit“ des Kindes ausdrückt. Dies führt damit die individuelle Beanspruchung erhöht, und nur zu einer geringeren Teil aufgrund veränderter schulischer Anforderungsstrukturen.

Die Prüfung dieser Hypothese könnte somit dem Wort Ralf DAHRENDORF's (1965) von der Schule als „verlängerter Arm der letztlich verantwortlichen Familie“ eine in diesem Sinne nicht vorhergesehene Aktualität und zugleich eine völlig neue Dimension verleihen.

Literatur

- ABRAHAM, F., SOMMERKORN, I.: Arbeitswelt, Familienstruktur und Sozialisation, in: K. HURRELMANN (Hg.), Sozialisation und Lebenslauf, Reinbek 1976.
- AUSUBEL, D. P.: Theory and problems of child development. New York 1958.
- BAUMGÄRTEL, F.: Theorie und Praxis der Kinderpsychotherapie. München 1976
- BERNDT, J., BUSCH, D. W., SCHÖNWÄLDER, H.-G.: Aspekte und Dimensionen der Beanspruchung von Schülern, hekt. Manuskript.

- Bremen 1977 (erscheint in Zeitschrift Schul- und Unterrichtsorganisation).
- BERTRAM, H.: Probleme einer sozialstrukturell orientierten Sozialisationsforschung, in: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 5, 1976.
- BLACKHAM, G. J.: Der auffällige Schüler, Weinheim 1971.
- BRONFENBRENNER, U.: Socialization and social class through time and space, in: MACCOBY/NEWCOB/HARTLEY (Hg.), Readings in social psychology, New York 1
- BUSCH, D. W.: Berufliche Wertorientierung und berufliche Mobilität, Stuttgart 1973.
- CHILD, I. L.: Socialization, in: G. LINDZEY (Hg.), Handbook of Social Psychology, Vol. II, Cambridge/Mass. 1954.
- CHRISTOPH, K., SCHAEDEL, K.: Gründe für oder gegen die Wahl weiterführender Schulen in verschiedenen Bevölkerungskreisen, II, hekt. Bericht des DIPF, Frankfurt 1968.
- CLAESSENS, D.: Familie und Wertsystem, 2. überarb. Auflage, Berlin 1967.
- FEND, H.: Sozialisierung und Erziehung, Weinheim 1972.
- FEND, H.: Konformität und Selbstbestimmung, 2. durchgesehene Auflage, Weinheim 1973.
- FEND, H.: Gesellschaftliche Bedingungen schulischer Sozialisation, Weinheim 1974.
- FREESE, H.-L.: Schulleistungsrelevante Merkmale der häuslichen Erziehungsumwelt. Studien und Berichte des MPI f. Bildungsforschung, Bd. 35, Berlin 1976
- FRÖHLICH, D.: Arbeitserfahrung und Bildungsverhalten, Bericht Nr. 8 des Instituts zu Erforschung sozialer Chancen, Köln 1976.
- GRIMM, S.: Die Bildungsabstinenz der Arbeiter, München 1966.
- HARNACK, G.-A. v.: Nervöse Verhaltensstörungen beim Schulkind, Stuttgart 1958.
- HECKHAUSEN, H.: Hoffnung und Furcht in der Leistungsmotivation, Meisenheim 1963.
- HURRELMANN, K.: Erziehungssystem und Gesellschaft, Reinbek 1975.
- KAGAN, J., MOSS, H. A.: Birth to maturity, New York 1962.

- KASAKOS, G.: Zeitperspektive, Planungsverhalten und Sozialisation, Überblick über internationale Forschungsergebnisse, München 1971.
- KOB, J. P.: Erziehung in Elternhaus und Schule, Stuttgart 1963
- KÖNIG, R.: Soziologische Orientierungen, Köln, Berlin 1965.
- KOHN, M. L.: Class an conformity. A study in values. Homewood/III. 1969.
- LOERKE, T., GEBAUER, E.: Gründe für oder gegen die Wahl weiterführender Schulen in verschiedenen Bevölkerungskreisen, I, hektogr. Bericht des DIPF, Frankfurt 1967.
- McCLELLAND, D. et al.: The achievement motive, New York 1953.
- OFFE, C.: Leistungsprinzip und industrielle Arbeit, Frankfurt a. M. 1970.
- HARTMANN, H.: Arbeiterfamilie und sozialer Aufstieg. Kritik einer bildungspolitischen Leitvorstellung, München 1971.
- PARSONS, T.: Essays in sociological theory, neubearb. Ausg., 2. Aufl., Glencoe.
- PETTINGER, R.: Arbeiterkinder und weiterführende Schule, Weinheim 1970.
- RICHTER, H. E.: Patient Familie, Reinbek 1970.
- RICHTER, H. E.: Eltern, Kind und Neurose, 209-223. Tausend, Reinbek 1976.
- ROHMERT, W., RUTENFRANZ, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1975.
- RÖLFF, H. G.: Sozialisation und Auslese durch die Schule, Heidelberg 1967.
- ROSEN, B. C., D'ANDRADE, R.: The psychosocial origins of achievement motivation, in: Sociometry, Bd. 22, 1959.
- SEARS, R., MacCOBY, E. E., LEVIN, H.: Patterns of child rearing, Evanston/III. 1957.
- SEWELL, W. H., SHAH, V. P.: Parent's education and children's educational aspirations a achievements, in: ASR, Bd. 33, 1968.
- WALTER, H. (Hg.): Sozialisationsforschungs Bd. I, Erwartungen, Probleme, Theorieschwerpunkte, Stuttgart-Bad Cannstatt 1973.

Berndt, J. und G. Tiesler

Vergleich anthropometrischer Verfahren zur Beurteilung
der 'Body composition' bei Kindern im Grundschulalter

Öff. Gesundh.-Wesen 40, 339 - 346 (1978)

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlages

Vergleich anthropometrischer Verfahren zur Beurteilung der „Body composition“ bei Kindern im Grundschulalter

J. Berndt, G. Tiesler

Biomedizinisches Labor der Universität Bremen

Zusammenfassung

An 92 gesunden 6-11jährigen Kindern (49 Jungen, 43 Mädchen) wurden drei anthropometrische Verfahren zur Beurteilung der „Body composition“ verglichend geprüft: die Längengewichtsbeurteilung, die Hautfettfaltenmessung und eine auf der Messung von Handgelenkdurchmesser und Körperlänge beruhende Methode. Längengewichtsdiagnose und Beurteilung der Hautfettfaldendicke führen zu schlecht übereinstimmenden Ergebnissen, wenn einerseits übergewichtige bzw. untergewichtige Kinder, andererseits solche mit überdurchschnittlich bzw. unterdurchschnittlich entwickeltem Unterhautfettgewebe ausgelesen werden. Errechnung des Fettgewebsanteils an der Körpermasse auf der Grundlage von Handgelenkdurchmesser, Körperlänge und Gewicht ergibt quantitativ falsche, z.T. negative Werte. Die dimensionslos weiterverwendeten Ergebnisse korrelieren jedoch relativ hoch mit den Resultaten der Längengewichtsbeurteilung und der Hautfaltenmessung, so daß eine Validierung der Methode anhand einer repräsentativen Stichprobe und im Vergleich zu densitometrisch bestimmten Körperdichtewerten möglich erscheint.

Für den in der englischsprachigen Literatur gebräuchlichen Begriff der „Body composition“ gibt es keine völlig bedeutungsgleiche deutsche Übersetzung. Meist wird darunter das Verhältnis von Fettgewebe und fettfreier Körpermasse verstanden, wie es sich z.B. in der Körperdichte dokumentiert. Mit der Bestimmung der Body composition bei Kindern werden mehrere Ziele verfolgt. Präventiv wird sie zur Früherkennung der kindlichen Fettsucht (z.B. Mann 1974, Winick 1975), kurativ zur Verlaufskontrolle der Therapie der ernährungsbedingten Adipositas eingesetzt (Zwiren et al., 1973). Weitere Anwendungsgebiete sind die Ergänzung und Präzisierung der Konstitutions- und Entwicklungsdiagnose (Hagen 1967, Holt 1977) und die Ermittlung der fettfreien Körpermasse als Bezugswert für die Beurteilung der relativen körperlichen Leistungsfähigkeit (Burmeister et al. 1972). In der Psychiatrie schließlich werden Abweichungen im Fettgewebsanteil bei somatisch sonst un-

Comparison of Anthropometric Methods for the Assessment of the "Body Composition" in Children of Elementary School Age

In 92 healthy children aged 6 through 11 (49 boys, 43 girls), three anthropometric methods for the assessment of body composition were compared: evaluation of weight and height according to growth chart data, caliper measurement of subcutaneous fat, and estimation of total body fat based on the measurement of wrist breadth, height, and weight. Children selected as underweight or overweight by growth chart evaluation differed from those whose subcutaneous fat was judged under, or above, the average according to skinfold measurement. Calculation of body fat from bistyloideal diameters, height, and weight yielded irregular and partially negative values. However, these values correlated significantly with the results obtained from somatography and skinfold measurement. A re-evaluation of the method based on a larger sample and in comparison to densitometric data might therefore be useful.

auffälligen Kindern als Indikatoren möglicher psychogener Störungen und Erkrankungen berücksichtigt (Strunk 1976). Je nach Zielsetzung und äußeren Bedingungen der Untersuchungen werden unterschiedliche Anforderungen an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Durchführbarkeit der zugrundeliegenden Methoden gestellt. So wird inzwischen ein Spektrum von Verfahren empfohlen, daß von der Inspektion (Köttgen et al. 1972) über die Somatographie (z.B. Tanner 1962), die Hautfettfaltenmessung (Edwards et al. 1955, Parizkova 1961, Maaser 1972b, Rehs et al. 1975) und die Ultraschallmessung (Maaser 1972a) bis hin zu den zeit-, personal- und apparateintensiven Methoden der Körperdichtebestimmung (Brozek und Henschel 1961) und der Ermittlung der Körperzellmasse nach der ⁴⁰K-Methode reicht (Burmeister et al. 1972).

Die vorliegende Untersuchung hat sich vor allem unter dem Gesichtspunkt der Anwendbarkeit

in Reihenuntersuchungen mit dem Vergleich von drei in der Literatur angegebenen Verfahren befaßt. Geprüft wurden die somatographische Methode unter Verwendung der Somatogramme von *Kunze* und *Murken* (1974), das von *Bugyi* (1972) angegebene Verfahren zur Schätzung der fettfreien Körpermasse aus anthropometrischen Maßen und die Bestimmung der Hautfettfaltensumme in der von *Maaser* (1972 b, c) empfohlenen Version.

Methoden

Probanden und Untersuchungsbedingungen

Probanden waren 92 Schüler (49 Jungen, 43 Mädchen) der 1.-4. Klassen einer Bremer Grundschule im Alter von 6-11 Jahren. Alle Kinder waren klinisch bis auf leichtere Erkrankungen der oberen Luftwege oder bronchitische Erscheinungen unauffällig. Die Untersuchungen fanden vormittags zwischen 8.15 und 12.45 Uhr in unterrichtsfreien Zeiten statt; die Nahrungsaufnahme (Frühstück bzw. Schullfrühstück) wurde nicht kontrolliert. Bei allen Probanden wurde jede der genannten Beurteilungsmethoden angewandt.

Somatographie

Die Körpergewichtsbestimmung wurde entsprechend einer vorliegenden Standardisierungsempfehlung (*Nacke* 1973) mit einer geeichten Waage auf 0,1 kg genau vorgenommen. Die Körperlängenmessung erfolgte mit einer handelsüblichen Meßeinrichtung mit Kopfanschlag. Unter Zugrundelegung der Somatogramme von *Kunze* u. Mitarb. (1974, 1975) wurden die absolute und die prozentuale Abweichung vom Median der Längengewichtsverteilung (LG_{50}) sowie der Perzentilbereich der Längengewichtsverteilung ermittelt. Ein weiteres Beurteilungskriterium war die Unterschreitung des LG_{50} um mehr als 1σ bzw. mehr als 2σ und die Überschreitung des LG_{50} um mehr als $1\sigma'$ bzw. $2\sigma'$. σ und σ' bezeichnen die infolge der Linksschiefe der Längengewichtsverteilung unterschiedlichen Streuungsmaße für den Bereich unterhalb (σ) bzw. oberhalb (σ') des Medians (*Lenz* 1971).

Bugyi-Index

Eine von *Bugyi* (1972) vorgeschlagene Methode sieht die Schätzung der fettfreien Körpermasse

(lean body weight, FFKM) aus bistyloidalem Handgelenkdurchmesser (BD, Summe rechts + links) und Körperlänge anhand der Näherungsgleichung

$$\text{FFKM (kg)} = 2,514 \text{ BD (cm)} \times L \text{ (m)}$$

und die Bestimmung des Körperfettes (F) unter Berücksichtigung der Körpermasse (G) nach der Gleichung

$$F (\%) = 100 \times (G - \text{FFKM})/G$$

vor. In der vorliegenden Untersuchung wurde der bistyloide Durchmesser beiderseits mit einer Schublehre nach Tasten der Proc. styloidei von Radius und Ulna in der von *Behnke* (1959) beschriebenen Richtung auf 0,1 mm genau gemessen. Wiederholungsmessungen am selben Probanden ergaben Abweichungen deutlich unter 1 mm (< 2%), so daß in der Regel nur einmalige Messungen vorgenommen wurden. Die nach dem Verfahren von *Bugyi* errechneten Werte für den Fettgewebsanteil ergaben jedoch quantitativ unbrauchbare, häufig negative Zahlen, so daß sie nicht als „prozentualer Fettgewebsanteil“, sondern als dimensionsloser „Bugyi-Index“ weiterverwendet wurden.

Hautfaltenmessung

Die Messungen wurden mit dem Holtain-Caliper an drei von *Maaser* (1972b) vorgeschlagenen Stellen (subscapular, Triceps, suprailiacal) auf der rechten Körperseite am stehenden Probanden vorgenommen. Sie wurden einmal und bei Abweichungen von mehr als 0,5 mm zweimal wiederholt. Für jede Meßstelle wurde aus den am besten übereinstimmenden Werten der Mittelwert gebildet; die Summe der drei Mittelwerte wurde anhand der von *Maaser* (1972c) angegebenen Perzentildarstellung beurteilt.

Ergebnisse

Somatographie

Ein Vergleich der untersuchten Probandengruppe mit der größeren Stichprobe von *Kunze* u. Mitarb. (1974, 1975) wurde anhand der Perzentildiagramme nach *Kunze* und *van Eimeren* (1975) vorgenommen (Abb. 1). Danach entsprechen die Mädchen der vorliegenden Untersuchung in Alterslänge und Längengewicht weitgehend den von diesen Autoren beschriebenen

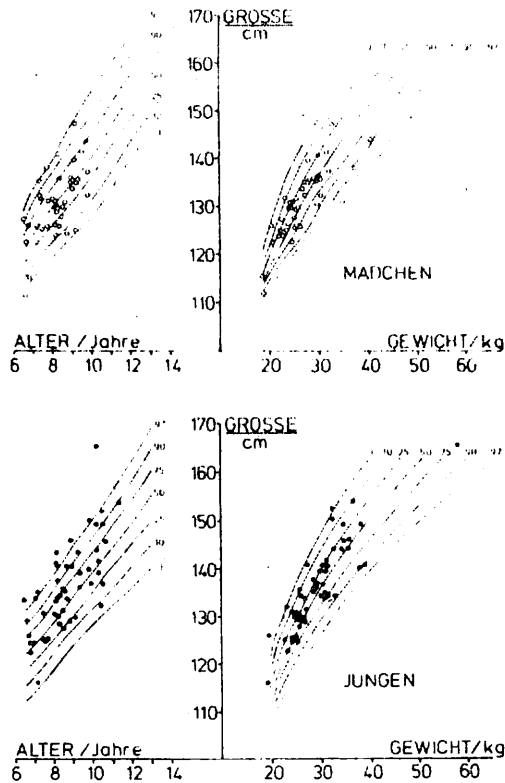


Abb. 1 Einzelwerte von Alterslänge und Längengewicht von 92 Kindern (49 Jungen, 43 Mädchen) der dem Methodenvergleich zugrundeliegenden Stichprobe. Perzentile nach Kunze und van Eimeren (1975).

Verteilungen, während die Jungen eine im Mittel geringfügig größere Alterslänge und ein geringfügig niedrigeres Längengewicht aufweisen. Im folgenden wurden mit Hilfe der von Kunze u. Mitarb. angegebenen Medianwerte der Längengewichtsverteilung (LG_{50}) und unteren (σ) bzw. oberen (σ') Streuungsmaße sowie der Perzentildarstellung von Kunze und van Eimeren insgesamt 15 Kinder als im Verhältnis zur Körperlänge mäßig oder deutlich „untergewichtig“ bzw. „übergewichtig“ ausgelesen (Tab. 1, S. 342). Grenzen für „mäßige“ Längengewichtsabweichungen waren $LG_{50} - 1\sigma$ bzw. $LG_{50} + 1\sigma'$ und der 10. und 90. Perzentil der Längengewichtsverteilung, Grenzen für „deutliche“ Längengewichtsabweichungen $LG_{50} - 2\sigma$ bzw. $LG_{50} + 2\sigma'$, $LG_{50} \pm 20\%$ und der 3. und 97. Perzentil der Längengewichtsverteilung. Die Auslese nach diesen Kriterien ergab mit geringfügigen Überschnei-

dungen etwa übereinstimmende Resultate (Tab. 1a, b, d, und e). Deutlich untergewichtig nach wenigstens einem der aufgeführten Kriterien waren 4 Jungen, mäßig untergewichtig 3 Jungen und 4 Mädchen. Deutliches Übergewicht fand sich bei einem Mädchen, mäßiges Übergewicht bei 2 Jungen und einem Mädchen. Geringer war die Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Hautfettfaltenmessung (s. u.): Bei drei als deutlich oder mäßig untergewichtig eingestuft und zwei somatographisch als mäßig übergewichtig eingestuft Jungen lag die Hautfaltensumme zwischen dem 10. und 90. Perzentil der Hautfaltensverteilung nach Maaser (1972c) (Tab. 1a und d).

Hautfaltenmessung

Um den Arbeitsbedingungen bei Reihenuntersuchungen gerecht zu werden, wurde hier auf die von Maaser (1972b, c) geprüfte und bereits an einer relativ großen Probandenzahl erprobte Beschränkung auf drei Meßstellen zurückgegriffen. Dabei bestätigte sich insbesondere die von Maaser getroffene Feststellung, daß die Zuverlässigkeit der Calipermessung mit zunehmender Hautfaldendicke etwas schlechter wird.

In der vorliegenden Untersuchung wurde lediglich die Summe der an den drei angegebenen Meßstellen ermittelten Hautfaldendicken ausgewertet (Abb. 2, S. 343). Die Beurteilung als „unterdurchschnittlich“ bzw. „überdurchschnittlich“ erfolgte nach dem Kriterium der Unter- bzw. Überschreitung des 10./90. Perzentils der von Maaser (1972c) angegebenen Verteilung. 20 Kinder (11 J, 9 M) mußten danach als „unterdurchschnittlich“, 5 Kinder (3 J, 2 M) als „überdurchschnittlich“ eingestuft werden (Tab. 1b und c bzw. e und f). Insgesamt 11 Jungen und Mädchen, deren Hautfettfaldendicke nach dem genannten Kriterium unterdurchschnittlich war, zeigten jedoch keine auffällige Unterschreitung des Längengewichts-Medians (Tab. 1c); bei weiteren drei Jungen lag die Hautfaltensumme jenseits des 90. Perzentils der Verteilung nach Maaser (1972c) ohne auffällige Überschreitung des Längengewichtsmedians (Tab. 1f).

Bugyi-Index

Für jedes der an der Untersuchung beteiligten Kinder wurde nach dem oben angegebenen Ver-

Tab. 1 Somatographisch bzw. auf der Grundlage der Hautfaltenmessung aus der Gesamtgruppe ausgesiesene Kinder (Auslese Kriterien im Text). J/M Junge/Mädchen, L Körperlänge, G Körpergewicht, LG₅₀ Median der Längengewichtsverteilung nach *Kunze* und *Murken* (1974), P-PLG Perzentilbereich der Längengewichtsverteilung nach *Kunze* und *van Eimeren* (1975), σ bzw. σ' Streuungsmaß unterhalb bzw. oberhalb des Längengewichtsmedians nach *Kunze* und *Murken* (1974), SuHFD Hautfaltensumme subscapular, Triceps, suprailliacal, P-PHFD Perzentilbereich der Hautfaltenverteilung nach *Mauser* (1972c)

Nr.	J/M	Alter (J)	L (cm)	G (kg)	LG ₅₀ (kg)	G-LG ₅₀ %	σ/σ'	P-PLG	SuHFD (mm)	P-PHFD
a) Somatographisch untergewichtige Kinder; SuHFD zwischen 10. und 90. Perzentil										
01	J	10,48	152,4	32,7	41,6	-22,6	> -1 σ	< 3	18,0	25-50
02	J	9,88	150,1	32,1	40,0	-19,8	> -1 σ	3-10	15,3	10-25
03	J	7,46	131,0	23,4	27,4	-14,6	> -1 σ	3-10	17,9	25-30
b) Somatographisch untergewichtige Kinder; SuHFD unterhalb des 10. Perzentils										
04	J	6,62	127,0	18,8	25,4	-26,0	> -2 σ	< 3	12,2	< 10
05	J	10,38	132,4	22,8	28,2	-19,2	> -1 σ	< 3	12,5	< 10
06	J	8,86	141,0	27,1	33,9	-20,1	> -1 σ	3-10	14,1	< 10
07	J	8,48	136,8	25,7	30,4	-15,5	> -1 σ	3-10	12,5	< 10
08	M	7,19	126,1	20,5	24,6	-16,7	> -1 σ	3-10	12,5	< 10
09	M	8,03	131,3	22,9	27,0	-15,2	> -1 σ	3-10	16,1	< 10
10	M	9,16	139,6	27,9	32,2	-13,4	> -1 σ	10-25	16,7	< 10
11	M	7,29	122,7	20,8	23,1	-10,0	> -1 σ	10-25	15,1	< 10
c) Somatographisch unauffällige Kinder; SuHFD unterhalb des 10. Perzentils										
12	J	7,56	125,2	22,5	24,6	- 8,5		10-25	10,9	< 10
13	J	8,24	140,9	30,0	33,7	-11,0		10-25	12,0	< 10
14	J	8,25	134,2	26,1	29,2	-10,6		10-25	13,5	< 10
15	J	9,02	130,0	24,7	26,9	- 8,2		10-25	13,6	< 10
16	J	7,16	116,7	19,2	20,9	- 8,1		25-50	11,0	< 10
17	J	8,90	146,4	35,6	37,0	- 3,8		25-50	14,1	< 10
18	J	9,95	137,0	28,6	30,5	- 6,2		25-50	13,2	< 10
19	M	8,75	131,4	23,8	27,0	-11,8		10-25	15,6	< 10
20	M	8,25	123,4	22,1	23,4	- 5,6		25-50	14,8	< 10
21	M	8,25	128,2	25,6	25,7	- 0,4		25-50	15,3	< 10
22	M	9,16	125,1	22,3	24,2	- 7,8		25-50	16,8	< 10
23	M	6,55	111,5	18,5	18,8	- 1,6		*	15,9	< 10
d) Somatographisch übergewichtige Kinder; SuHFD zwischen 10. und 90. Perzentil										
24	J	8,76	141,0	38,6	33,9	+13,9		90-97	26,0	75-90
25	J	9,86	140,0	37,8	32,4	+16,7		90-97	21,6	50-75
e) Somatographisch übergewichtige Kinder; SuHFD oberhalb des 90. Perzentils										
26	M	7,76	138,5	37,4	31,4	+19,1	> +1 σ'	90-97	47,3	> 90
27	M	7,89	131,2	34,8	26,9	+29,4	> +1 σ'	> 97	55,9	> 90
f) Somatographisch unauffällige Kinder; SuHFD oberhalb des 90. Perzentils										
28	J	6,45	133,7	30,9	28,9	+ 6,9		75-90	27,4	> 90
29	J	7,03	134,0	32,7	29,1	+12,4		75-90	31,7	> 90
30	J	10,26	165,8	58,7	52,3	+12,2		75-90	52,0	> 90

* Außerhalb des Gewichtsbereiches, der mit den Perzentildiagrammen von *Kunze* und *van Eimeren* (1975) erfaßt wird.

fahren von *Bugyi* (1972) der prozentuale Anteil des Fettgewebes an der Körpermasse aus Körperlänge, Gewicht und bityloidealem Handgelenkdurchmesser errechnet. Im Ergebnis fanden sich quantitativ mit Literaturangaben nicht vergleichbare Werte, die für zahlreiche Probanden

negativ ausfielen, d.h. die nach der Nahrungsgleichung von *Bugyi* errechnete „fettfreie Körpermasse“ war größer als die durch Wägung ermittelte Gesamtkörpermasse. Eine Überprüfung der dem Verfahren zugrundeliegenden Annahmen zeigte, daß für die untersuchte Stichprobe

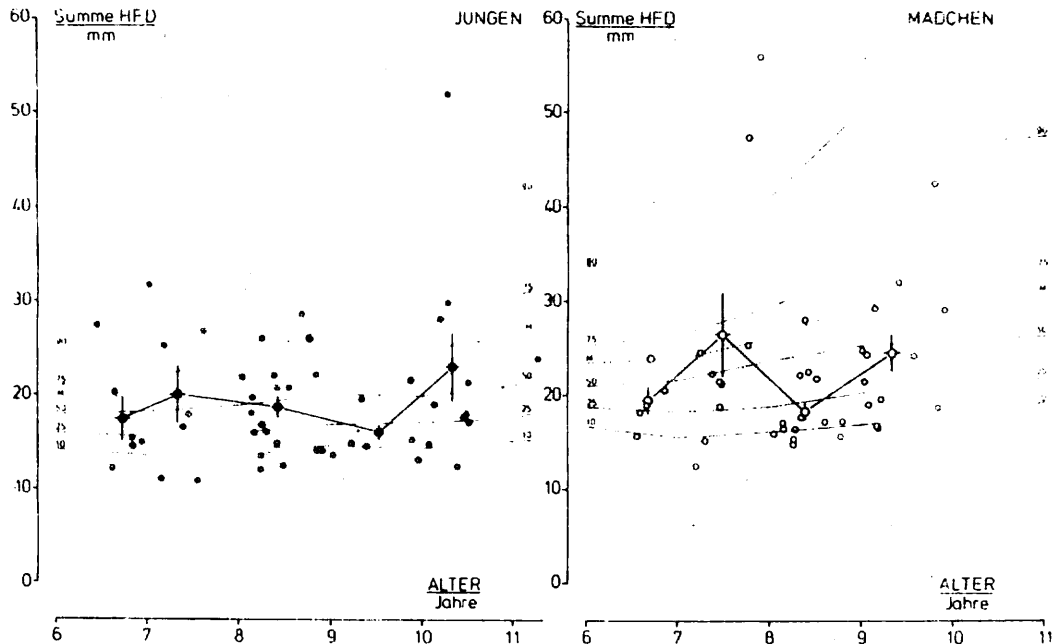


Abb. 2 Summe der Hautfettfaldendicken subscapular, Triceps und suprailiacal. Einzelwerte und Mittelwerte $\pm s_x$ der Altersgruppen 6,45–7,99 Jahre, 8,00–8,99 Jahre, 9,00–9,99 Jahre und 10,00–10,99 Jahre. Perzentile und Mittelwertkurve (unterbrochene Linie) nach Maaser (1972c).

der von Bugyi beschriebene Zusammenhang zwischen bistyloidalem Handgelenkdurchmesser (BD) und Alter

$$BD \text{ (cm)} = 0,478 \text{ (Jahre)} + 3,22$$

nicht gilt; die günstigste Näherungsgleichung (lineare Regression) lautete für die Bremer Kinder – Jungen und Mädchen wie bei Bugyi zusammengefaßt –:

$$BD \text{ (cm)} = 0,242 \text{ (Jahre)} + 6,43 \text{ (Abb. 3).}$$

Unter diesen Umständen wurde nicht versucht, eine Probandenauslese auf der Grundlage des nach Bugyi errechneten Wertes (im folgenden: „Bugyi-Index“) vorzunehmen. Ebenso wenig erlaubte der kleine Stichprobenumfang der vorliegenden Untersuchung eine Neuvalidierung des Verfahrens, dessen prinzipieller Vorzug die rasche und zuverlässige Bestimmung der zugrundeliegenden Meßwerte ist. Allerdings liegen auch in der Erstveröffentlichung der Methode keine Angaben über einen Vergleich mit densitometrisch bestimmten Werten vor.

Diskussion

Die direkte Bestimmung der Körperdichte (Densitometrie) oder der Körperzellmasse (^{40}K -Methode) als Grundlage einer Beurteilung der „Body composition“ verbietet sich wegen des hohen zeitlichen, personellen und apparativen Aufwandes für Reihenuntersuchungen und für nicht speziell ausgerüstete Laboratorien. Daraus erklärt sich das Interesse an leichter handhabbaren Verfahren, die mit geringerem Anspruch an Genauigkeit und Zuverlässigkeit wenigstens indirekte Aussagen z.B. über den Fettanteil an der Körpermasse zulassen. Unter diesen haben zweifellos die Beurteilung des Längengewichtes (z.B. Tanner 1962, Hagen 1967, Lenz 1971) und die Hautfettfaltenmessung (Edwards et al. 1955, Parizkova 1961, Maaser 1972, Rehs et al. 1975) die weiteste Verbreitung gefunden. Die Kritik am somatographischen Verfahren richtet sich im wesentlichen auf die angesichts der säkularen Akzeleration nur vorübergehende Gültigkeit somatographischer Vergleichsdaten (Kunze und van Eimeren 1975) und die mangelnde Differenzierung der Längengewichtsdiagnose zwischen ernäh-

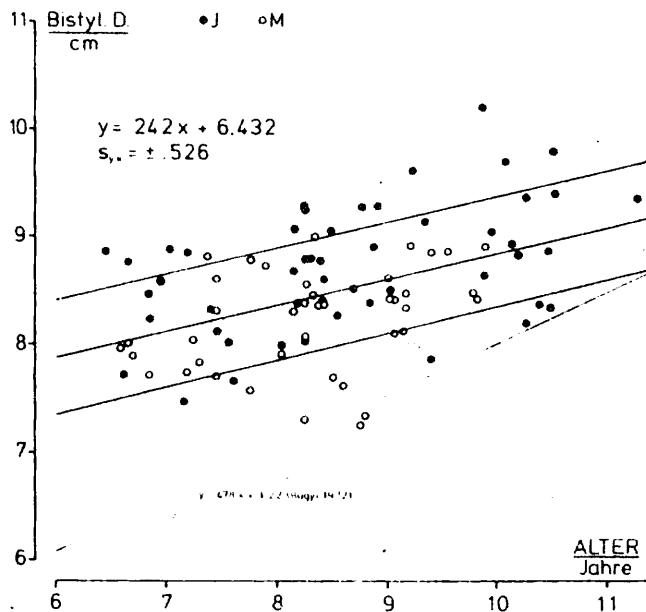


Abb. 3 Bistylöidaler Handgelenkdurchmesser (Summe rechts + links) in Abhängigkeit vom Lebensalter. Zum Vergleich ist die von Bugyi (1972) angegebene Regressionsgerade eingetragen.

rungsbedingten und konstitutionellen Gewichtsabweichungen. Zumindest dem ersten Einwand kann entgegengehalten werden, daß der Median der Längengewichtsverteilung relativ unabhängig von der den Somatogrammen zugrundeliegenden Population ist, wie ein Vergleich der entsprechenden Werte von Hagen (1967; Längsschnittsomatogramm der Geburtsjahrgänge 1945/46), des „Stuttgarter Somatogramms“ von 1959 (Köttgen u.a. 1972) und der neueren Daten von Kunze und Murken (1974) ergibt (Abb. 4).

Das Problem der Differenzierung zwischen konstitutionellen und durch Fettanlagerung verur-

sachten Gewichtsabweichungen entsteht bei der Hautfettfaltenmessung nicht. Andererseits ist dieses Verfahren in der Durchführung als etwas schwieriger und zeitraubender einzustufen, wie die Untersuchungen von Edwards et al. (1955), Maaser (1972b) und Rehs et al. (1975) gezeigt haben. Neben der Wahl geeigneter Meßgeräte, unter denen sich aufgrund der vorstehend angeführten Arbeiten der Harpenden-Caliper und der Holtain-Caliper als etwa gleichwertige Instrumente durchzusetzen beginnen, sind die Auswahl der Meßstellen und ein standardisiertes Meßverfahren ausschlaggebend für zuverlässige Resultate. In der Regel sind insbesondere bei stark ent-

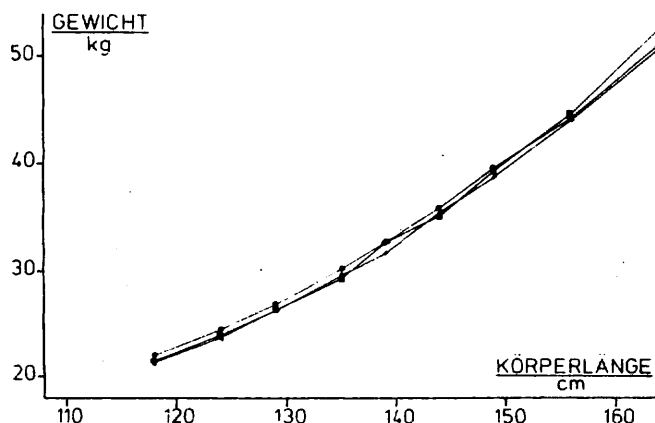


Abb. 4 Mediane der Längengewichtsverteilung in verschiedenen Populationen [● „Stuttgarter Somatogramm“ von 1959; ■ Längsschnittsomatogramm der Geburtsjahrgänge 1945/46 nach Hagen (1967); + Somatogramm nach Kunze und Murken (1974)]

wickeltem Unterhautfettgewebe Mehrfachmessungen erforderlich. Für Deutschland wurde die Anwendbarkeit der Hautfaltenmessung durch die statistische Aufbereitung von Einzelmessungen an 3400 Kindern und die Erstellung von Normwerttabellen durch *Maaser* (1972c) entscheidend verbessert. Allerdings endet die statistische Aufschlüsselung von *Maaser* beim 10. bzw. 90. Perzentil, so daß die Zahl ausgelesener Kinder (theoretisch 20%, in der vorliegenden Untersuchung 27%) relativ groß wird. Obwohl die Meßwerte der Hautfaltensumme und z.B. der prozentualen Längengewichtsabweichung positiv korreliert sind (Tab. 2), ist die Übereinstimmung von Somatographie und Hautfaltenmessung bei der Auslese von Kindern, die ein zu geringes bzw. zu hohes Längengewicht oder unterdurchschnittlich bzw. überdurchschnittlich entwickeltes Unterhautfettgewebe aufweisen, gering (Tab. 1). In der vorliegenden Untersuchung fand sich bei insgesamt 30 nach dem einen oder anderen Verfahren ausgelesenen Kindern in 19 Fällen keine Übereinstimmung. Dies ist sicherlich nicht nur auf die unterschiedlichen zugrundeliegenden Meßwerte und auf willkürlich gesetzte Auslesekriterien zurückzuführen. Auch die Tatsache, daß *Maaser* (1972c) das kalendarische Alter anstelle der Körperlänge als Bezugsgröße gewählt hat, dürfte für die mangelnde Übereinstimmung mitverantwortlich sein.

Tab. 2 Korrelationskoeffizienten für die Korrelation der prozentualen Längengewichtsabweichung ($\Delta LG_{50\%}$), der Hautfaltensumme (SuHFD) und des Bugyi-Index. Jungen und Mädchen, N = 92

	SuHFD	Bugyi-Index
$\Delta LG_{50\%}$.702	.731
SuHFD		.754

Über Versuche, die fettfreie Körpermasse aus anthropometrischen Daten zu schätzen, ist besonders von *Behnke* (1959, 1963, 1968) berichtet worden. An diese Untersuchungen lehnt sich auch das von *Bugyi* (1972) angegebene und nach unserem Wissen für die Altersgruppe der vorliegenden Untersuchung bisher nicht nachgeprüfte Verfahren an. *Bugyi* verzichtet allerdings auf Körperumfangsmaße, deren Berücksichtigung nach Angaben von *Behnke* (1959) und *Weltman* und *Katch* (1975) besonders hohe Korrelationen der geschätzten mit den densitometrisch ge-

messenen Werten erwarten läßt. Daß *Bugyi*s Methode bei den in die vorliegende Untersuchung einbezogenen Kindern zu extrem niedrigen und teilweise negativen „Fettanteilen“ führte, hat möglicherweise zwei Ursachen: Zum einen könnte es gewisse Differenzen im Skelettwachstum ungarischer und deutscher Kinder geben – dies ist gegenwärtig nicht ohne weiteres nachprüfbar. Zum anderen hat *Bugyi* die für die Altersspanne von 6–16 Jahren ermittelte lineare Regression zwischen Handgelenkdurchmesser und Alter nicht abschnittsweise kontrolliert; eine Beschränkung auf die Gruppe der 6–10jährigen könnte auch die Parameter der von ihm gefundenen Regression etwas verändern.

Trotz der quantitativ nicht verwertbaren Resultate ist der „Bugyi-Index“ keine völlig inhaltslose Zahl, wie die hohe Korrelation mit den Ergebnissen der beiden anderen Beurteilungsverfahren zeigt (Tab. 2). Angesichts des geringen methodischen Aufwandes, der eine Ermittlung des Index auch in Reihenuntersuchungen problemlos erscheinen läßt, ist eine Neuvalidierung auf der Grundlage einer repräsentativen Stichprobe und im Vergleich mit einem densitometrischen Verfahren deshalb möglicherweise sinnvoll.

Die Autoren möchten Frau Dr. med. *R. Crisemann*, Leiterin des Schulärztlichen Dienstes der Freien Hansestadt Bremen, für ihr Interesse an dieser Untersuchung und ihre stets vorhandene Bereitschaft zur Beratung, Unterstützung und Diskussion ihren Dank aussprechen.

Literatur

- Behnke, A.R.*: The estimation of lean body weight from "skeletal" measurements. *Human Biology* 31 (1959) 295–315
- Behnke, A.R.*: Anthropometric evaluation of body composition throughout life. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 110 (1963) 450–464
- Behnke, A.R.*: Physique and exercise. In: H.B. Falls (Ed.): *Exercise physiology*, pp. 359–386, New York, London: Academic Press 1968
- Brozek, J., A. Henschel*: Techniques for measuring body composition. *Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council*, Washington 1961
- Bugyi, B.*: Lean body weight estimation in 6–16 years old children based on wrist breadth and body height. *J. Sports Med.* 12 (1972) 171–173
- Burmeister, W., J. Rutenfranz, W. Sbresny, H.G. Radny*:

346 J. Berndt, G. Tiesler

- Body cell mass and physical performance capacity (W_{170}) of school children. *Int. Z. angew. Physiol.* 31 (1972) 61-70
- Edwards, D.A., W.H. Hammond, M.J.R. Healy, J.M. Tanner, R.H. Whitehouse:* Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *Brit. J. Nutr.* 9 (1955) 133
- Hagen, W.:* Das Wachstum in der Reifephase. *Internist* 8 (1967) 282-291
- Holt, K.S.:* Development paediatrics. London, Boston: Butterworths 1977
- Köttgen, U., K. Hartung, E. Mansfeld:* Leitfaden für den Schularzt. Stuttgart, Thieme 1972
- Kunze, D., W. van Eimeren:* Aktueller Stand der Akzeleration von Schulkindern in Bayern mit Demonstration eines neu erstellten Somatogramms. *M Schr. Kinderheilk.* 123 (1975) 489-490
- Kunze, D., J.D. Murken:* Diagnostik von Längenalter und Gewichtsalter mit neuen Somatogrammen. *Der Kinderarzt* 5 (1974) 1077-1080
- Lenz, W.:* Wachstum und körperliche Entwicklung. In: H. Opitz und F. Schmid (Hrsg.): *Handbuch der Kinderheilkunde*, Bd. I/1, pp. 33-107. Berlin - Heidelberg - New York, Springer 1971
- Maaser, R.:* Die Ultraschallmessung der subcutanen Fettgewebsdicke zur Beurteilung des Ernährungszustandes von Kindern. *Z. Kinderheilk.* 112 (1972a) 321-331
- Maaser, R.:* Die Hautfettfaltenmessung mit dem Caliper. - I. Eine praktische Methode zur Beurteilung des Ernährungszustandes von Kindern. *M Schr. Kinderheilk.* 120 (1972b) 308-313
- Maaser, R.:* Die Hautfettfaltenmessung mit dem Caliper. - II. Standardwerte der subcutanen Fettgewebsdicke 2-14jähriger gesunder Kinder. *M Schr. Kinderheilk.* 120 (1972c) 350-353
- Mann, G.V.:* The influence of obesity on health. *New Engl. J. Med.* (1974) 178-185, 226-233
- Matzdorff, I.:* Kritische Bemerkungen zur Beurteilung von Über- bzw. Untergewicht aufgrund der Beziehung Körpergewicht zu Körpergröße. *Arbeitsmedizin-Sozialmedizin-Arbeitshygiene* 4 (1969) 195-198
- Nacke, O.:* Arbeitsrichtlinien für die standardisierte Dokumentation schulärztlicher Befunde. Schriftenreihe des Instituts für Dokumentation und Information über Sozialmedizin und öffentliches Gesundheitswesen (IDIS), Heft 2, Bielefeld 1973
- Pariskova, J.:* Total body fat and skinfold thickness in children. *Metabolism* 10 (1961) 794-807
- Rehs, H.J., J. Berndt, J. Rutenfranz, W. Burmeister:* Untersuchungen zur Bestimmung der Hautfaltenstärke mit verschiedenen Kalipern. *Z. Kinderheilk.* 120 (1975) 121-133
- Strunk, P.:* Psychogene Störungen mit vorwiegend körperlicher Symptomatik. In: Harbauer, H., R. Lempp, G. Nissen und P. Strunk: *Lehrbuch der speziellen Kinder- und Jugendpsychiatrie*, pp. 122 bis 173, Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1976
- Tanner, J.M.:* Wachstum und Reifung des Menschen. Stuttgart, Thieme 1962
- Weltman, A., V. Katch:* Preferential use of casing (girth) measures for estimating body volume and density. *J. appl. Physiol.* 36 (1975) 560-563
- Winick, M. (Ed.):* Childhood obesity. New York, London etc.: John Wiley and Sons 1975
- Zwiren, L., J.S. Skinner, R. Buskirk:* Use of body density and various skinfold equations for estimating small reductions in body fatness. *J. Sports Med.* 13 (1973) 213-218

Prof. Dr. med. J. Berndt, Dipl.-Ing. G. Tiesler, Universität Bremen, Biomedizinisches Labor, Postfach 330 440, D-2800 Bremen 33

Berndt, J. und G. Tiesler

Die Beurteilung der psychophysischen Beanspruchung
bei Schülern

Vortrag auf der 27. Tagung der AEPF, Bremen,
22. - 24. 3. 1979

Die Beurteilung der psychophysischen Beanspruchung bei Schülern

J. Berndt und G. Tiesler

Biomedizinisches Labor der Universität Bremen

Die Begriffe 'Belastung' und 'Beanspruchung' sind aus der Arbeitswissenschaft übernommen (z.B. Rohmert und Rutenfranz 1975). 'Belastung' bezeichnet dort äußere Einwirkungen auf den Menschen - insbesondere durch die Anforderungen und Bedingungen beruflicher Arbeit -, die physische und/oder psychische Reaktionen auslösen oder auslösen können. Zu diesen Reaktionen zählen Empfindungen und Emotionen, kognitive Verarbeitungsprozesse und Verhaltensänderungen, aber auch verschiedenartige Reaktionen physiologischer Funktionen wie z.B. Körperbewegungen, Änderungen der Herztätigkeit und des Blutdrucks, der Atmung, des Stoffwechsels, des EEG oder der Ausscheidung von Hormonen der Nebennierenrinde und des Nebennierenmarks. Alle derartigen - psychischen und physischen - Veränderungen als Reaktion auf 'Belastung' faßt die Arbeitswissenschaft unter dem Begriff 'Beanspruchung' zusammen; ihre Erfassung, Beschreibung und Beurteilung bilden den Gegenstandsbereich der arbeitswissenschaftlichen Beanspruchungsforschung. Es sollte an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß sich der arbeitswissenschaftliche Gebrauch der Begriffe 'Belastung' und 'Beanspruchung' deutlich von deren umgangssprachlichem Verständnis unterscheidet; beide sind zunächst wertneutral gemeint und enthalten insbesondere keine 'negative' Bedeutungstönung. 'Belastung' - wenn auch im Detail veränderbar - ist insgesamt unvermeidlich; 'Beanspruchung' kann unter Zuhilfenahme externer Bewertungskriterien zwar im Einzelfall als 'überflüssig' oder 'schädlich', ebensooft jedoch als 'notwendig' oder 'nützlich' eingestuft werden.

Es soll im folgenden unterstellt werden, daß die Situation von Schülern im Schulunterricht zahlreiche Analogien zur Arbeitssituation berufstätiger Erwachsener aufweist. Schul-'Arbeit' ist durch Anforderungen und durch Rahmenbedingungen, unter denen

diese Anforderungen erfüllt werden müssen, gekennzeichnet. Der 'Arbeitsplatz Schule' enthält - sieht man einmal vom Sonderfall des Sportunterrichtes ab - vor allem informatorisch-mentale, emotionale, psychosoziale und sensumotorische Belastungselemente. Kinder beantworten, wie aus zahlreichen Untersuchungen bekannt ist, derartige Belastungen mit ähnlichen Beanspruchungsreaktionen wie Erwachsene (z.B. Rutenfranz u.a. 1960; Kagan und Rosman 1964; Lewis u.a. 1966; Ockel u.a. 1968; Kagan 1970; Strittmatter u.a. 1977). Es liegt deshalb nahe, Möglichkeiten der Übertragung in der Arbeitswissenschaft gebräuchlicher Methoden auf die Erfassung und Beurteilung der psychophysischen Beanspruchung von Schülern zu prüfen. Zu diesem Zweck soll zunächst gefragt werden, welche Ergebnisse von der Beanspruchungsmessung erwartet werden dürfen. Arbeitsmedizin, Arbeitspsychologie und Ergonomie (Valentin u.a. 1971; Schmidtke 1973, 1974; Rohmert und Rutenfranz 1975) streben damit folgende Ziele an:

- Die Identifizierung menschlicher Beanspruchungsreaktionen in vorgegebenen Situationen;
- die Identifizierung interindividueller Unterschiede solcher Reaktionen in objektiv gleichen oder ähnlichen Situationen und die Identifizierung derjenigen Einflußgrößen, die diese Unterschiede hervorrufen;
- die Identifizierung von Belastungsmerkmalen in Arbeitssituationen; insbesondere die Identifizierung von Arbeitsanforderungen und ihre Skalierung nach Art, Schwere oder Schwierigkeit;
- die Bewertung von Belastungsmerkmalen und von Beanspruchungsreaktionen z.B. als notwendig/überflüssig, zumutbar/unzumutbar, unschädlich/schädlich;
- die Veränderung und Korrektur von Arbeitsanforderungen und Arbeitsbedingungen mit dem Ziel, Fehlbeanspruchung zu vermeiden und
- die Veränderung personaler Voraussetzungen (z.B. durch Selektion, Ausbildung, Training) mit dem Ziel, Fehlbeanspruchung durch nicht vermeidbare Belastungsformen und -intensitäten zu reduzieren.

Die Übertragbarkeit dieser Problemstellung auf den 'Arbeitsplatz Schule' ist vermutlich auch ohne Verweis auf die jüngste Diskussion zur Schülerbeanspruchung (Berndt u.a. 1978; BMBW 1978) unmittelbar einsichtig.

Es kann unter diesen Umständen kaum verwundern, daß sich seit längerem betriebene Bereiche der Schulforschung ohne Schwierigkeiten der Beanspruchungsforschung zuordnen lassen; hier kann vor allem auf die Stichworte 'Schulschwierigkeiten', 'Schulangst' und 'Schulstreß' verwiesen werden. Die in diesem Zusammenhang eingesetzten Untersuchungsmethoden - in erster Linie Verhaltensbeobachtung (z.B. Mietzel 1977), Befragung und Interview (z.B. Strittmatter u.a. 1977), Tests (z. B. Wiczerkowski u.a. 1974) und medizinische Diagnostik (z.B. Lempp 1975) - erfassen allerdings jeweils unterschiedliche Beanspruchungsindikatoren in wechselnder zeitlicher Zuordnung zur vermutlich oder tatsächlich auslösenden Belastung. Hier ist zu fragen, welche Methoden aus dem Instrumentarium der arbeitswissenschaftlichen Beanspruchungsforschung sich in Ergänzung dieser Verfahren für die Analyse der Schülerbeanspruchung eignen. Unter Berücksichtigung der Untersuchungsbedingungen müßten zumindest die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das Spektrum der erfaßten Beanspruchungsindikatoren sollte auf den bisher nur selten und unsystematisch (z.B. Ockel 1965; Ockel u.a. 1968) berücksichtigten Bereich der physiologischen Funktionsgrößen ausgedehnt werden. Physiologische Funktionsänderungen sind Bestandteile des Streß-Syndroms (Selye 1965); sie sind subjektiv kaum beeinflussbar, zeigen reproduzierbare Reaktionen auch außerhalb der subjektiven Wahrnehmung von Beanspruchung und liefern Meßwerte auf meist hohem Skalenniveau.
- Die Untersuchung muß in der Situation, die Beanspruchung provoziert - also z.B. während des Unterrichtes - möglich sein und zu den Ereignissen und zum Ablauf des Unterrichtes zeitsynchrone Meßwerte liefern.
- Da Unterrichtssituationen im strengen Sinne nicht reproduzierbar sind, müssen Untersuchungsmethoden zur Sicherstellung des interindividuellen Vergleichs gleichzeitig an mehreren oder allen Schülern einer Klasse durchgeführt werden können.
- Der Unterricht als 'Belastungsgeber' darf durch die Untersuchungsmethode nicht beeinflusst werden; Bewegungs- und Aktionsmöglichkeiten der Schüler sollen unbehindert sein; Schmerzen oder andere unangenehme Empfindungen dürfen bei der Anwendung der Methode nicht auftreten; jedes Risiko für die Probanden muß ausgeschlossen sein.

Diesen Anforderungen genügt nach Sichtung des insgesamt verfügbaren Instrumentariums (z.B. Blutdruckmessung, EEG, Bestimmung

der Lidschlagfrequenz, Hautwiderstandsmessung, Adrenalinbestimmung in Urin und Blut) praktisch nur ein einziges Verfahren: Die Erfassung der Herzstätigkeit auf der Grundlage von Langzeit - EKG - Aufzeichnungen auf tragbaren EKG - Geräten.

Der wichtigste der aus dem EKG ableitbaren Parameter ist im Fall der Beanspruchungsmessung die Herzfrequenz. Seine Eignung für die Beurteilung der psychophysischen Beanspruchung ist durch zahlreiche Untersuchungen in beruflichen Arbeitssystemen prinzipiell erwiesen (Bartenwerfer 1961; Oberist 1963; Mulder et al. 1973; Rohmert und Luczak 1973; Rohmert und Rutenfranz 1975; Schäcke 1976). Auch bei Kindern reagiert dieser Parameter empfindlich auf psychische Belastung (Malmo und Shagass 1949; Rutenfranz u.a. 1960; Kagan und Rosman 1964; Fischer und Pechstein 1969; Ockel und Scheffler 1969).

Die Auswertbarkeit von Herzfrequenzmessungen beschränkt sich andererseits auf einige wenige Größen:

- Die aus einzelnen Herzzyklen ermittelte Momentanfrequenz, die den Vorteil einer hohen zeitlichen Auflösung hat (60 - 200 Meßwerte pro Minute);
- über feste Zeiträume - am häufigsten über 1 min - ausgezählte mittlere Herzfrequenzen und
- die anhand unterschiedlicher Kriterien definierte 'Variabilität' oder 'Arrhythmie' des Herzschlages; solche Indikatoren sind insbesondere in ergonomischen Untersuchungen geprüft worden (Luczak und Laurig 1973).

Alle Herzfrequenz-Parameter können sich nach Richtung, Ausmaß und zeitlichem Verlauf verändern. Damit stellen sie jedoch nur ein außerordentlich grobes Abbild der menschlichen psychophysischen Reaktionsmöglichkeiten dar. Im Regelfall muß angenommen werden, daß verschiedenartige Ursachen (z.B. Angst/Freude, psychische/ physische Belastung) ähnliche oder gleichartige Veränderungen der Herzfrequenz auslösen können und daß dem zeitlichen Verlauf einzelner Herzfrequenz-Parameter allein keine oder nur wenig Information über die Natur einwirkender Reize oder über gleichzeitig ablaufende Empfindungen, Emotionen oder mentale Verarbeitungsprozesse entnommen werden kann. Vor allem außerhalb des Laborexperiments mit kontrollierten Bedingungen ist die Herzfrequenz ein unspezifischer Indikator, der z.B. als allgemeine

'Aktivierungsvariable' (Bartenwerfer 1960) gedeutet werden könnte. Als Beanspruchungsindikator interpretierbar wird die Herzfrequenz erst durch ergänzende Informationen, z.B.

- durch ein die EKG-Aufzeichnung begleitendes, zeit-synchrones Protokoll des Unterrichtsverlaufes, der Schülertätigkeit und des Schülerverhaltens;
- durch möglichst häufige Wiederholung der EKG-Aufzeichnung im Unterricht, um regelmäßige und reproduzierbare Zuordnungen von Unterrichtsereignissen und synchronen Reaktionen identifizieren zu können;
- durch den interindividuellen Vergleich von Reaktionen auf dasselbe Ereignis;
- durch den Vergleich der Reaktionen im Unterricht mit Herzfrequenzveränderungen unter standardisierter Belastung;
- durch den Vergleich der Herzfrequenz-Reaktion unter psychischer Belastung mit der Reaktion auf körperliche Belastung.

Zwei Beispiele aus dem an der Universität Bremen laufenden Forschungsvorhaben 'Arbeitsplatz Schule' sollen abschließend demonstrieren, wie im konkreten Fall Ergebnisse der Beanspruchungsmessung mit Hilfe des EKG aussehen können.

Das erste Beispiel (Abb. 1) zeigt die Herzfrequenz-Profile (Minutenmittelwerte) von drei Schülern einer 4. Grundschulklasse im Einzelversuch unter standardisierter Belastung. Zwei Parameter wurden definiert: Eine Base-Line als Maß des mittleren Aktivierungsniveaus während der gesamten Untersuchungsphase (Kriterium: Niedrigster in einer Belastungspause erreichter Herzfrequenz-Wert) und ein Reaktionsmaß (mittlere Amplitude oberhalb der Base-Line unter Belastung). Es läßt sich unschwer erkennen, daß die Probanden des unteren und des mittleren Beispiels in Abb. 1 sich bei ähnlichem Reaktionsmaß durch eine verschieden hohe Basis-Aktivierung unterscheiden, während die Probandin des obersten Beispiels ein besonders hohes Reaktionsmaß aufweist. Ohne jeden Versuch einer Interpretation soll festgehalten werden, daß beide geprüften Variablen die für den Probandenvergleich erforderliche interindividuelle Varianz zeigen. Die drei Kinder könnten danach als durch die Situation (Base-Line) bzw. durch die Detailbelastung (Reaktionsamplitude) höher oder niedriger beansprucht unterschieden werden.

Das zweite Beispiel (Abb. 2) entstammt einer Unterrichtsstunde

in einer 2. Grundschulklasse. Ausgewertet wurden die EKG-Aufzeichnungen von 15 Schülern. Die drei durchgezogenen Linien in jedem Teilbild geben - minutenweise aufgeschlüsselt - den Herzfrequenzmittelwert \pm Standardabweichung der Gesamtgruppe wieder. Das oberste Beispiel zeigt Einzelwerte eines Schülers aus dieser Gruppe, dessen Herzfrequenz während der ganzen Unterrichtsstunde oberhalb des Streuungsbereichs der Gruppe liegt; der entgegengesetzte Fall ist im unteren Beispiel dargestellt. Auch hier soll ohne weitergehende Interpretation festgestellt werden, daß durch die psychophysiologische Messung Kinder identifiziert werden, die denselben Unterricht auf - im Vergleich zur Klasse - besonders hohem oder besonders niedrigem Beanspruchungsniveau erleben.

Die psychophysiologische Beanspruchungsmessung bei Schülern befindet sich - wie dieser Bericht deutlich zu machen versuchte - in einem sehr frühen Stadium. Eine Bewertung von Beanspruchungsarten oder -intensitäten, wie sie als Fernziel weiter oben formuliert wurde, ist gegenwärtig auf der Grundlage psychophysiologischer Indikatoren nur im Ansatz und mit äußerster Vorsicht möglich. Insbesondere sollte festgehalten werden, daß diese aus Arbeitsmedizin und Psychophysiologie übernommenen Verfahren unter den unkontrollierten Bedingungen der Feldforschung in der Schule nur in Ergänzung mit anderen Methoden - Beobachtung, Introspektion, Tests - Aussagekraft erhalten. Sie dürfen nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand unter keinen Umständen als Ersatz für diese Methoden mißverstanden werden.

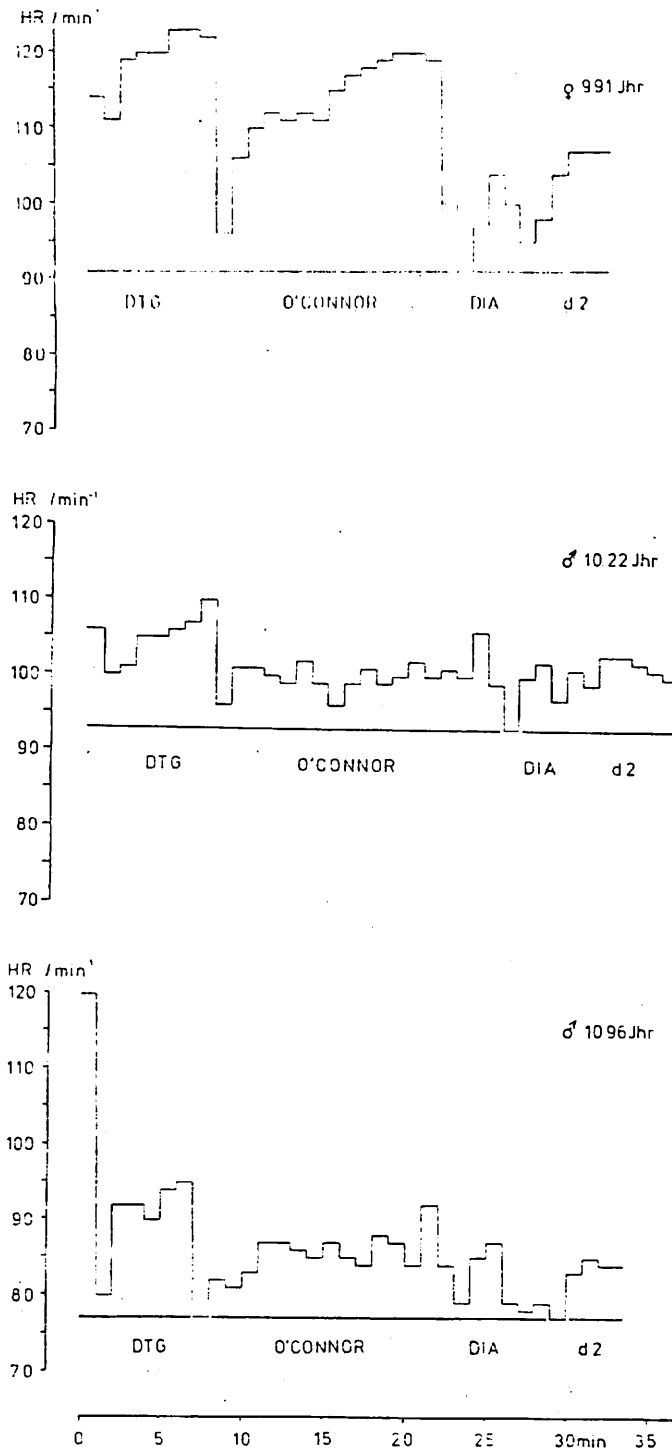


Abb. 1: Herzfrequenzprofile von Schülern einer 4. Grundschulklasse unter Standardbelastung im Einzelversuch. Minutenmittelwerte. Die Phasen der Standardbelastung sind unterhalb der Herzfrequenz-Base-Line (durchgezogene horizontale Linie) markiert. DTG: Wahlreaktionsbelastung am Determinationsgerät; O'Connor: Fingergeschicklichkeitstest; DIA: Identifizierung eines gegenständlichen Symbols auf 4-Felder-Diapositiven (0.3 sec Darbietung); d 2: Konzentrationstest.

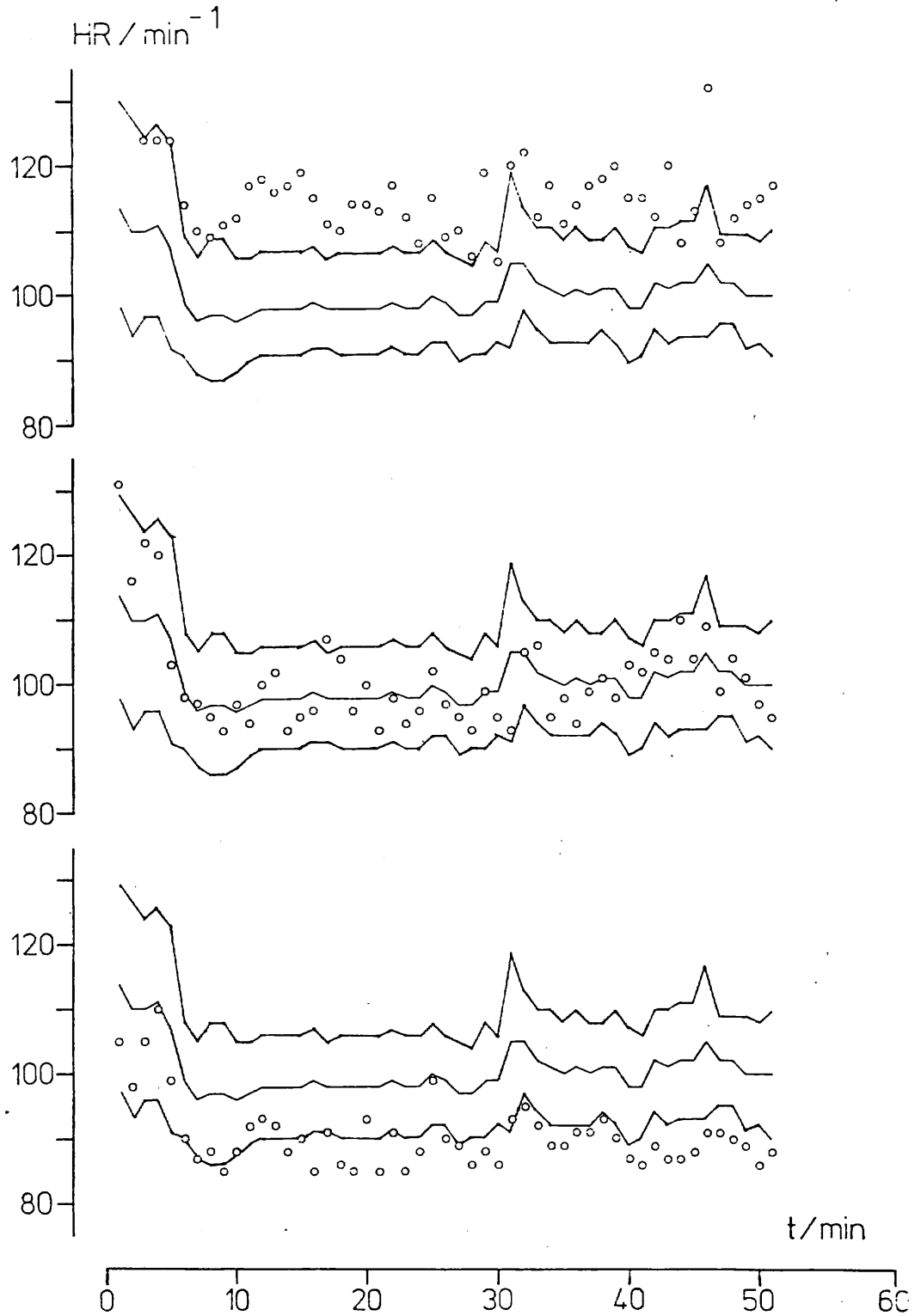


Abb. 2: Herzfrequenzprofile während einer Unterrichtsstunde in einer 2. Grundschulklasse. Durchgezogene Linien: Minutenweise aufgeschlüsselte Mittelwerte + Standardabweichung von 15 Schülern. Offene Kreise: Einzelwerte von drei Schülern aus dieser Gruppe.

Literatur

- Bartenwerfer, H.: Herzrhythmus-Merkmale als Indikatoren psychischer Anspannung. Psychol. Beitr. 4, 7 - 25 (1960)
- Bartenwerfer, H.: Psychische Beanspruchung. In: Mayer, A. und B. Herwig (Hrsg.): Betriebspsychologie. Handbuch der Psychologie Bd. 9; Göttingen, Hogrefe 1961
- Borndt, J., D. W. Busch, H.-G. Schönwälder und G. Tiesler: Schülerbeanspruchung im Schulbetrieb. Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz Schule. Schul- und Unterrichtsorganisation 5, 26 - 30 (1978)
- BMBW (Hrsg.): Beanspruchung von Schülern. Abschlußbericht über die Tagung in Osnabrück. Der Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1978
- Fischer, M. und J. Pechstein: Hohe kindliche Pulsfrequenzen bei Alltagsbelastungen. Z. Kinderheilk. 106, 333 - 347 (1969)
- *Kagan, J. und B.L. Rosman: Cardiac and respiratory correlates of attention and an analytical attitude. J. exp. Child. Psychol. 1, 50 - 63 (1964)
- Lempp, R.: Schulprobleme aus ärztlicher Sicht. In: Endokrinologische Aspekte des Kindes- und Jugendalters. Tropon-Werke, Köln 1975
- Lewis, M., J. Kagan, H. Campbell und J. Kalafat: The cardiac response as a correlate of attention in infants. Child Develop. 37, 63 - 71 (1966)
- Luczak, H. und W. Laurig: An analysis of heart rate variability. Ergonomics 16, 85 - 97 (1973)
- Malmö, R.B. und C. Shagass: Physiologic study of symptom mechanisms in psychiatric patients under stress. Psychosomat. Med. 11, 25 - 29 (1949)
- Mietzel, G.: Beanspruchung von Schülern. Pädagogisch-psychologische Aspekte. Der Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1977
- Mulder, G. und W.R.H. Mulder-Hajonides van der Meulen: Mental load and the measurement of heart rate variability. Ergonomics 16, 69 - 83 (1973)
- Oberist, P.A.: Cardiovascular differentiation of sensory stimuli. Psychosomat. Med. 25, 450 - 459 (1963)
- Ockel, E.: Tagesschwankungen des Blutdrucks und der Pulsfrequenz bei Schülern der 6. Klasse einer Tagesschule. Dt. Ges.-Wesen 20, 1247 (1965)

- Ockel, E., O. Klose, H. Holländer und K. Kotzte: Veränderungen des Kreislaufs im Schulunterricht und bei standardisierter Belastung im Verlauf des ersten Schuljahres. *Ärztl. Jugendk.* 59, 279 - 284 (1968)
- Ockel, E. und D. Scheffler: Erfahrungen und Probleme bei Kreislaufuntersuchungen zur Beanspruchung des kindlichen Organismus durch vorwiegend geistige Arbeit. *Ärztl. Jugendk.* 60, 154 - 168 (1969)
- Rohmert, W. und H. Luczak: Zur ergonomischen Beurteilung informatorischer Arbeit. *Int. Z. angew. Physiol.* 31, 209 - 229 (1973)
- Rohmert, W. und J. Rutenfranz: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1975
- Rutenfranz, J., Th. Hellbrügge, K. Stehr, Ch. Hocke und R. Hocke: Über den Einfluß des Filmerlebnisses auf das Pulsverhalten von Kindern. *Z. Kinderheilk.* 84, 522 - 542 (1960)
- Schäcke, G.: Herzschlagfrequenz und Elektrokardiogramm in der Arbeitsmedizin. Stuttgart, Thieme 1976
- Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. Bd. 1: Grundlagen menschlicher Arbeit und Leistung. München, Hanser 1973
- Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. Bd. 2: Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsumwelt. München, Hanser 1974
- Selye, H.: The stress of life. New York, McGraw Hill 1965
- Strittmatter, P., A. Dees, B. Jacobs, W. Roth: Schüler-Enquete 'Stress in der Schule' - Bericht einer Voruntersuchung. Der Minister für Kultus, Bildung und Sport, Saarbrücken 1977
- Valentin, H., W. Klosterkötter, G. Lehrnert, H. Petry, J. Rutenfranz und H. Wittgens: Arbeitsmedizin. Stuttgart, Thieme 1971
- *Kagan, J.: Attention and psychological change in the young child. *Science* 170, 826 - 832 (1970)

Tiesler, G. und J. Berndt

Ein Beispiel für die Hardware-Analyse des Langzeit-EKG
in der Arbeitsmedizin und Ergonomie

Referat auf der 13. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik, Kiel, 7. - 9. 6. 1979

Das nachstehende Kurzreferat - Autoreferat - erscheint
im Tagungsbericht.

EIN BEISPIEL FÜR DIE HARDWARE-ANALYSE DES LANGZEIT-EKG IN DER
ARBEITSMEDIZIN UND ERGONOMIE

G. Tiesler und J. Berndt

Biomedizinisches Labor der Universität Bremen

Im Bereich der Arbeitsmedizin und der Ergonomie hat sich die Langzeit-Registrierung des EKG als Instrument der Beanspruchungsmessung inzwischen als gebräuchliches Verfahren durchgesetzt (7,9). Die von Rutenfranz et al. (8) befürwortete Magnetband-Aufzeichnungstechnik ist besonders dort zu bevorzugen, wo ungünstige Sende- und Empfangsbedingungen den Einsatz der Telemetrie erschweren oder wo größere Probandengruppen gleichzeitig untersucht werden sollen.

Die im folgenden beschriebene Auswertungstechnik für solche Aufzeichnungen entstand im Rahmen eines Forschungsprojektes, in dem die psychophysische Beanspruchung von Schulkindern durch den Schulunterricht unter anderem anhand des Langzeit-EKG beurteilt wird. Die Magnetbandregistrierung erfolgt bei 30 Schülern einer Klasse parallel über 1 - 2 Unterrichtswochen.

An das methodische Konzept für die Auswertung der EKG-Aufzeichnungen sind vor allem folgende Anforderungen zu stellen:

1. Zur Bewältigung des anfallenden Datenvolumens muß die Auswertung gegenüber der Aufzeichnungsgeschwindigkeit beschleunigt und weitgehend automatisiert erfolgen (8).
2. Unter Berücksichtigung der Fragestellung sind aus dem EKG in erster Linie die Herzfrequenz als Maß der psychophysischen Beanspruchung (1,6,8) und daraus abgeleitete Arrhythmie-maße (2,5) zu ermitteln. Im Gegensatz zur klinischen Anwendung ist die Formanalyse des EKG von untergeordneter Bedeutung.

3. Obwohl bei arbeitsmedizinischen und verwandten Fragestellungen zur globalen Beurteilung mehrstündiger Herzfrequenzprofile die durch Mittelwertbildung über eine oder mehrere Minuten erzielte zeitliche Auflösung oft ausreicht (4,9), sollte andererseits zur Analyse von Reaktionen auf momentane Ereignisse auch die Auswertung von R-R-Intervallen möglich sein.

Aufzeichnungsverfahren

Als Aufzeichnungsgeräte werden Cassetten-Rekorder des Typs Memoport (Hellige) verwendet. Auf handelsüblichen Kompaktcassetten, die mit einer im Verhältnis 1 : 13.5 unteretzten Aufzeichnungsgeschwindigkeit arbeiten, wird das EKG in FM-Technik auf Kanal 1 und die Trägerfrequenz unmoduliert auf Kanal 2 aufgezeichnet. Durch diesen Zeittakt wird die EKG-Registrierung unabhängig von Gleichlaufschwankungen des Bandes. Das EKG wird bipolar über Brustwandelektroden gewonnen, wobei unter Sichtkontrolle die Ableitungsrichtung so gewählt wird, daß sich eine hohe R-Amplitude und ein möglichst iso-elektrisches T ergeben.

Demodulationsverfahren

Die Wiedergabe erfolgt mit einem handelsüblichen Cassetten-Tape-Deck mit entsprechend angepaßtem Tonkopf bei Normalgeschwindigkeit (4.75 cm/sec), also gegenüber der Aufnahme um den Faktor 13.5 schneller. Die Demodulation lehnt sich an ein von Okrent et al. (3) beschriebenes Verfahren an, wobei das modulierte Signal in gleichgerichtete Rechteckimpulse konstanter Dauer umgewandelt wird. An der nachfolgenden Filterstufe steht für die weitere Auswertung am Bandpaßausgang ein quasi-differenzierter QRS-Komplex zur Verfügung, der mittels eines Schmitt-Triggers mit einstellbarer Schwelle in einen Rechteckimpuls R_{Dig} umgewandelt wird. Zur Sichtkontrolle der Bandaufnahme steht am Tiefpaßausgang ein analoges EKG an, dessen Formtreue in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung durch

Änderung der Tiefpaß-Charakteristik verbessert werden kann. Durch das Aufzeichnungsverfahren bedingt erhält man bei der Auswertung einen zur Aufzeichnungszeit synchronen Zeittakt aus der unmodulierten Trägerfrequenz auf Kanal 2 des Bandes. Eine Umwandlung in Digitalimpulse liefert den Pilottakt f_p , der für die weitere Auswertung als Zeitbasis benutzt wird.

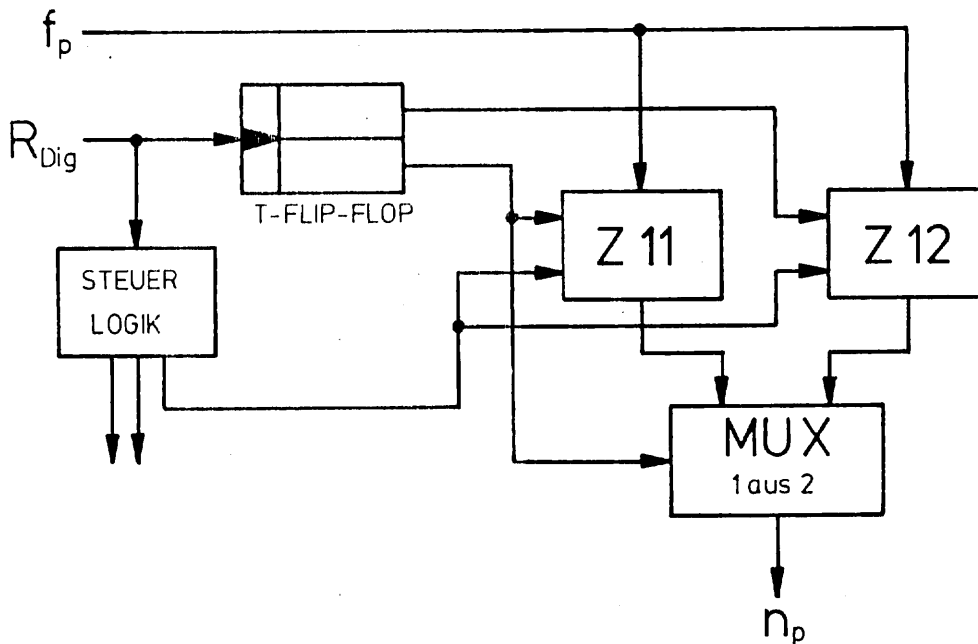


Abb. 1:

Verfahren der R- R- Intervall-Zeitmessung
mittels Trägerfrequenz f_p und Steuerung
durch R_{Dig}

Momentan-Herzfrequenz

Die größtmögliche zeitliche Auflösung bei der Herzfrequenz-Analyse wird durch die Messung von R-R-Intervallen erreicht. Durch einfaches Zählen der Pilottakt-Impulse n_p in einem Intervall erhält man nach der Gleichung

$$(1) \quad HF = \frac{60 \times f_p}{n_p}$$

die momentane Herzfrequenz in min^{-1} . Um den Meßfehler möglichst klein zu halten, wird immer zwischen den positiven Flanken von R_{Dig} -Impulsen gezählt. Hierdurch werden zwei Zähler Z 11 und Z 12 notwendig, die abwechselnd zählen. Das Prinzip dieser Schaltung ist in Abb. 1 dargestellt. Bedingt durch die Forderung nach maximaler Auflösung muß die Errechnung und Ausgabe der Momentanfrequenz innerhalb des nachfolgenden R-R-Intervalls erfolgen. Die einfachste Lösung hierfür ist das 'Nachschlagen' in einer 'Tabelle', in der für jeden Wert von n_p der zugehörige HF-Wert eingetragen ist. Die schaltungstechnische Realisierung einer solchen 'Tabelle' geschieht mittels eines Festwertspeichers (PROM). In diesem sind unter den Adressen n_p die zugehörigen HF-Werte gespeichert. Diese Speicherung erfolgt einmalig und ist dann Bestandteil der Hardware. Durch Adressierung mit der im R-R-Intervall ermittelten Zahl n_p steht der jeweilige HF-Wert am Ausgang des PROM an (Abb. 2). Der Vorteil dieser Schaltungstechnik liegt in der großen Zeitersparnis; der zeitraubende Divisionsvorgang wird auf ein Speicherauslesen reduziert. Der in der beschriebenen Form ermittelte HF-Wert wird in das Register f_i eingelesen, nachdem dessen Inhalt zuvor in das Register f_{i-1} geschoben wurde. Auf diese Weise stehen für die weitere Verarbeitung, wie in Abb. 2 dargestellt, immer die beiden letzten Momentanwerte der Herzfrequenz zur Verfügung, ohne den augenblicklichen Meßvorgang zu beeinflussen.

Mittelung der Herzfrequenz

Wie zuvor bereits ausgeführt, reicht es zur globalen Beurteilung eines Herzfrequenzverlaufes im Bereich arbeitsmedizinischer

Untersuchungen häufig aus, über mehrere Minuten gemittelte Herzfrequenzen zu errechnen. Zu diesem Zweck wurde bei der vorliegenden Analyse-Einheit ein variables Mittelungs-Intervall vorgesehen, das im Bereich 1 - 99 min in 1 min - Schritten einstellbar ist. Die Herzfrequenzmessung geschieht hier durch einfaches Zählen von erkannten QRS-Komplexen (R_{Dig} -Impulse). Aus Gründen einfacherer Synchronisation zum parallel zur EKG-Aufzeichnung erstellten Beobachtungsprotokoll erfolgt die Mittelung in Abhängigkeit vom Zeittakt und nicht - wie bei der klinischen EKG-Analyse meist üblich - über eine feste Zahl von R-R-Intervallen.

Arrhythmie-Parameter

Bei der Mittelung der Herzfrequenz geht die Information über momentane HF-Schwankungen (Arrhythmie) verloren; Arrhythmie-maße sind ihrerseits jedoch als Indikatoren psychophysischer Beanspruchung anzusehen (2,5). Bei der vorliegenden Analyse-Einheit wurde deshalb vorgesehen, auch bei der Errechnung von HF-Mittelwerten die zuvor beschriebene Momentanwertmessung kontinuierlich parallel durchzuführen. Während des Mittelungszeitraumes werden aus den Inhalten der Register f_i und f_{i-1} (Abb. 2) fortlaufend die in Tab. 1 dargestellten Arrhythmieparameter errechnet und aufsummiert.

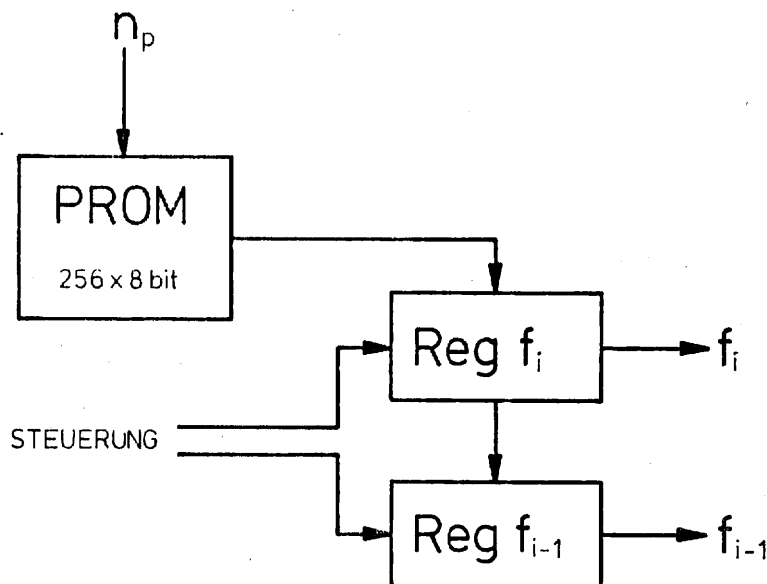


Abb. 2:

Umsetzung des R-R-Intervalls n_p in den zugehörigen Herzfrequenzwert mit Hilfe eines Festwertspeichers (PROM)

Wesentlicher Bestandteil dieser Recheneinheit ist ein Substrahierwerk, das ein $f_i - f_{i-1}$ nach Betrag und Vorzeichen bestimmt. So erhält man parallel zu dem durch Mittelung geglätteten HF-Profil eine Information über Veränderungen der Herzfrequenz während des Mittelungs-Intervalls.

AP 1	Zahl aller $\Delta f_i > 0$
AP 2	Zahl aller $\Delta f_i < 0$
AP 3	Zahl aller Vorzeichenwechsel zweier aufeinanderfolgender Δf_i
AP 4	Summe aller $\Delta f_i > 0$
AP 5	Summe aller $\Delta f_i < 0$
AP 6	Differenz der Beträge von AP 5 und AP 4

Tab. 1: Arrhythmieparameter (AP)

1. Bartenwerfer, H.: Psychische Beanspruchung, Handbuch der Psychologie Bd. 9, 252-275
Göttingen, Hogrefe 1961
2. Luczak, H., und W. Laurig:
Ergonomics 16, 85 - 97 (1973)
3. Okrent, D., U. Paczula und W. Schau:
Speicherung analoger Daten. Projektbericht AMEDL, Bremen
1975
4. Richter, H.: Funktionsprüfungen des Herz-Kreislauf-Systems.
In: Funktionsdiagnostik im Kindesalter. Stuttgart, Thieme
1974.
5. Rohmert, W., W. Laurig, U. Philipp und H. Luczak:
Ergonomics 16, 33-44 (1973)

6. Rohmert, W., und J. Rutenfranz: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Bonn, Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung 1975
7. Rosenkranz, K., K. Uhlenbruch und B. Guß: Arbeitsmed. Sozialmed. Arbeitshyg. 18, 59 - 62 (1969)
8. Rutenfranz, J., V. Seliger, K.L. Andersen, J. Ilmarinen, R. Flöring, M. Rutenfranz und F. Klimmer: Europ. J. appl. Physiol. 36, 171 - 184 (1977)
9. Schäcke, G.: Herzschlagfrequenz und EKG in der Arbeitsmedizin. Schr. Arbeit und Gesundheit, Heft 90. Stuttgart, Thieme 1976