

Zu den Problemen der wissenschaftlichen Forschung:

# „Elektrosmog“ und menschliche Gehirnfunktion

Neben Untersuchungen zur Auswirkung elektromagnetischer Wellen auf Zellen gerät immer mehr auch die Klärung einer möglichen Beeinflussung der Gehirntätigkeit in den Mittelpunkt des Interesses. Der vorliegende Beitrag erläutert verschiedene Methoden, anhand derer die potentiellen Wirkungen untersucht werden können. Gefordert wird ein interdisziplinärer Ansatz, der die verschiedenen Beobachtungsebenen unterschiedlicher Fachdisziplinen miteinander in Beziehung setzt.

Die thermische Wirkung elektromagnetischer Felder wird im heilkundlichen und diagnostischen Bereich – z.B. bei der Diathermiebehandlung und der Kernspintomographie – schon seit langem sinnvoll angewendet. Allerdings ist noch immer abschließend zu klären, inwieweit elektromagnetische Felder unerwünschte Effekte hervorrufen können. Insbesondere besteht in der Bevölkerung – hervorgerufen durch eine teilweise äußerst spekulative Berichterstattung – eine Verunsicherung gegenüber den Wirkungen von „Elektrosmog“ auf die Gesundheit und die menschliche Gehirntätigkeit.

Das Gehirn ist ein hochkomplexes System, und zur Untersuchung von Effekten durch elektromagnetische Felder bedarf es eines interdisziplinär orientierten Ansatzes. Nur auf dieser Grundlage sind einheitliche Bewertungsmaßstäbe zu erlangen, die sich dann auch in Sicherheitsempfehlungen, d.h. Grenzwertempfehlungen, niederschlagen können.

Ein solcher interdisziplinärer Ansatz muß sowohl physikalisch-technische als auch biologisch-biochemische sowie medizinisch-psychologische Aspekte einschließen. Allerdings stößt man bei seiner praktischen Umsetzung sowie bei der Auswertung der gewonnenen Erkenntnisse auf unterschiedliche Probleme. Dazu zählen der Beobachtungsgegenstand, die erforderlichen Methoden sowie die Interpretationsebene, auf der die Daten, die aus einer Beobachtung gewonnen werden, zulässige und sinnvolle Aussagen erlauben.

## Gegenstand und Ebene der Untersuchung

Die Untersuchung kann auf verschiedenen Ebenen erfolgen: auf der molekularen, der zellulären, der organsystemischen (bzw. Funktionsebene) oder der Verhaltensebene. Je nach Beobachtungsebene sind dabei unterschiedliche Methodologien anzu-

wenden. Ist der Beobachtungsgegenstand auf der mikroskopischen Ebene (molekulare oder zelluläre Ebene) angesiedelt, läßt sich streng naturwissenschaftlich experimentieren. Aber bereits auf organsystemischer Ebene und insbesondere auf der Verhaltensebene wird der Untersuchungsgegenstand so komplex, daß die Differenzierung von Einzeleffekten viel schwieriger wird. Aussagen über die durchgeführten Experimente verlieren dadurch an Schärfe.

Im folgenden sollen einige wichtige Probleme, die sich bei der Untersuchung von geistigen Prozessen in Zusammenhang mit „Elektrosmog“ ergeben, erläutert werden.

## Das Gehirn als Träger der geistigen Leistungen

Bei den sogenannten „Denkstörungen“ handelt es sich um Leistungsbeeinträchtigungen in-

nerhalb eines Funktionsbereiches, der vom Zentralnervensystem (ZNS) abhängt, d.h. eine geistige Leistungsbeeinträchtigung wäre als Ausdruck einer zentralnervösen Störung zu verstehen.

Untersucht werden kann daher, inwieweit eine elektromagnetische Befeldung eine Störgröße für das Zentralnervensystem ist bzw. inwieweit sie auf die integrativen Leistungen des ZNS einwirken kann (vgl. Abb. 1).

Eine Kombination von organ-systemischem und verhaltens-erfassendem Ansatz erscheint hier unabdingbar, denn eine organsystemische Leistungsbeeinflussung gewinnt erst durch ihre verhaltensdeterminierende Wirkung (z.B. Konzentrationsfähigkeit) an Relevanz, d.h. die Erkrankung wäre z.B. behandlungsbedürftig.

Allerdings wird eine kombinatorische Vorgehensweise dadurch erschwert, daß die Beeinflussung nicht nur durch eine Störvariable (z.B. elektromagnetische Befeldung) erfolgt, sondern tatsächlich durch eine Vielzahl von Systemen (Bio-, Psycho- und Ökosy-

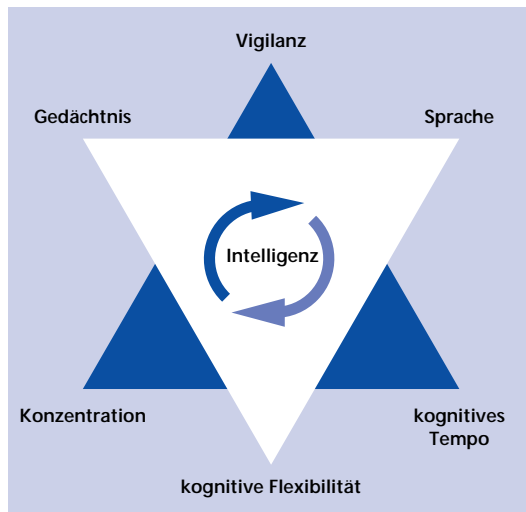


Abbildung 1: Intelligenz (als Fähigkeit, sich sinnvoll und erfolgreich mit seiner Umwelt auseinanderzusetzen zu können) resultiert aus der engen Verzahnung von neuropsychologischen Partialleistungen. Die basalen Aufmerksamkeitsprozesse (im dunkelblauen Dreieck) stellen die Basis für die Verarbeitungsbereitschaft des kognitiven Systems dar. Darauf basierend entfalten sich z.B. Sprache, Gedächtnis und geistige Flexibilität.

stem), die miteinander in Wechselwirkung stehen, hervorgerufen wird (Abb. 2).

## Das Problem der Operationalisierung

Neben der exakten Spezifikation der Reizvariablen (hier: die elektromagnetische Befeldung) müssen, um die Beobachtungen während des Experiments sinnvoll aus- und bewerten zu können, auch die Reaktionsvariablen (hier: die geistige Leistungsfähigkeit, Befindlichkeit) möglichst genau

operationalisiert, d.h. quantitativ erfaßbar und damit meßbar gemacht werden.

Bei komplexen Variablen erweist sich die Operationalisierung als schwierig, dies gilt insbesondere für Variablen, die sich einer quantifizierbaren, empirischen Beobachtung entziehen (z.B. Schmerz oder allgemeines Wohlempfinden) und die eine individuell unterschiedliche subjektive Bewertung erfahren können (z.B. Unwohlsein). Hier würde sich z.B. eine Kombination von psychophysischen Methoden, standardisierten Tests und Fragebogen und strukturierte Verhaltensbeobachtung als Lösung anbieten.

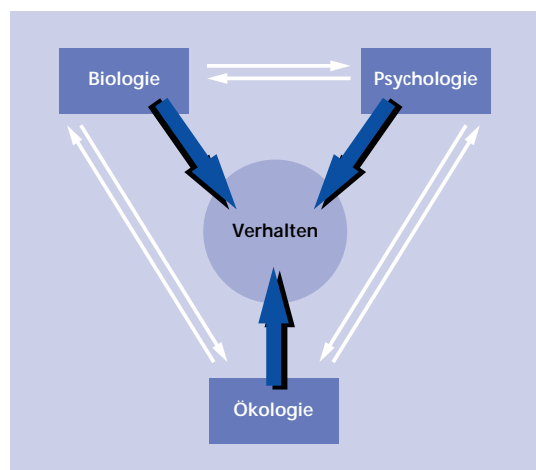


Abbildung 2: Das Verhalten setzt sich aus biologischen, psychologischen und ökologischen Faktoren zusammen. Eine Störung kann von allen Teilbereichen ausgehen. Im Einzelfall könnte die Quelle von Symptomen nicht eindeutig ermittelt werden (z.B. können Kopfschmerzen wetterbedingt, gefäßbedingt oder stimmungsbedingt sein oder von allen Teilbereichen in variabler Gewichtung verursacht sein).

Für die Planung von Befeldungsuntersuchungen hinsichtlich neuropsychologischer Partialleistungen (wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis) gilt, daß man auf einigemaßen befriedigende Operationalisierungslösungen kommen kann. Denn in diesem Bereich gibt es inzwischen eine Reihe von theoretisch wohlbegründeten Meßverfahren (Tests) sowie geeignete experimentelle Untersuchungen.

### Gütekriterien von Tests

Die Erhebung bestimmter Organismusvariablen ist nur über operationale Indikatoren möglich, d.h. die eigentlich interessierende Variable (z.B. Konzentrationsfähigkeit, Gedächtnisleistung aber auch Unwohlsein, Nervosität) ist nur indirekt beschreibbar. Dementsprechend sollten die Meßverfahren bestimmten formalen und inhaltlichen Kriterien genügen. Diese Merkmale sind im einzelnen: die Wissenschaftlichkeit, die Durchführungsroutine, die Relativität der Merkmalsausprägung, die empirische Abgrenzbarkeit sowie die Quantifizierbarkeit.

Entscheidendes Kriterium ist u.a. der Grad an Zuverlässigkeit, mit dem ein Verfahren imstande ist, ein bestimmtes Merkmal abzubilden. Die Zuverlässigkeit eines Tests wird durch die relative Fehlerfreiheit seiner Messung wiedergegeben. Das Kriterium der Validität stellt entsprechende Forderungen an die Gültigkeit des zu messenden Merkmals selbst, d.h. wie repräsentativ der beobachtete Verhaltensausschnitt für den relevanten Verhaltensbereich selbst ist. Zur Wahrung der Objektivität ist sicherzustellen, daß das zur Erfassung eines interessierenden Merkmals verwendete Instrumentarium unabhängig vom Untersucher ist.

### Die Zielgruppe

Die Generalisierbarkeit der experimentellen Befunde hängt auch wesentlich von der Zusammensetzung der Stichprobe und deren

Umfang ab. Im Zusammenhang mit Befeldungsexperimenten zur Elektrosensibilität ist es besonders wichtig, detaillierte Umfeldinformationen über die untersuchten Probanden zu erheben. Gemeint sind personenbezogene (Alter, Vorerkrankungen, Lebensgewohnheiten, Gesundheitsverhalten, Persönlichkeitsmerkmale etc.) als auch personengelöste Aspekte (Wohnort, Lebensraumgestaltung, soziale Verhältnisse etc.).

Allerdings sind bei der Erhebung über Fragebögen in den Antworten zu den Persönlichkeitsmerkmalen nicht selten Fehler aufzufinden. Die häufigsten Fehlerfaktoren sind systematische Verfälschungen, sozial erwünschtes Antwortverhalten, die Ja-Sagebereitschaft (Akquieszenz) und die Wahl extremer Antwortkategorien. Auch sollten sogenannte Testleitereffekte (z.B. Halo-Effekt) minimiert werden.

### Bewertung und Interpretation

Die Erforschung des Nutzens sowie der möglichen Risiken elektromagnetischer Exposition ist von entscheidender gesellschaftlicher Bedeutung. Daher sollten Negativ- als auch Positivbefunde durch Parallel- oder Replikationsexperimente doppelt abgesichert werden. Bei Befeldungsexperimenten sollte zudem der im klinischen Alltag geltende Standard einer Befundreplikation bei elektrophysiologischen Untersuchungen angewandt werden.

Darüber hinaus sollte insbesondere bei der abschließenden Bewertung der Experimente in Betracht

gezogen werden, daß möglicherweise trotz sorgfältiger Vorbereitungen einige wichtige Variablen unberücksichtigt geblieben sind.

Schließlich ist zu beachten, daß die Interpretation auf die den Daten zugrundeliegenden Beobachtungen basieren. Gerade in diesem Punkt unterscheidet sich die Deduktion einer experimentellen Arbeit vom spekulativen Charakter einer wissenschaftlich wenig fundierten Sensationsmeldung.

### Fazit

Kontrollierte Untersuchungen an Probanden sind insbesondere dann notwendig, wenn mögliche Effekte der elektromagnetischen Felder auf das Gehirn verhaltensrelevant sind. Angesichts der Komplexität dieses Untersuchungsgegenstandes sind bereits bei der Planung der Experimente einige wichtige methodentheoretische Schwierigkeiten zu berücksichtigen. Insbesondere ein methodenpluralistisch orientierter, wissenschaftlich fundierter Ansatz, der auch alltagsrelevante Aspekte berücksichtigt, könnte zu einer sachlichen Klärung beitragen. Obwohl es diesbezüglich inzwischen einige interdisziplinäre Ansätze gibt, sind hier noch verstärkte Bestrebungen erforderlich.

**Dipl.-Psych. P. Calabrese,  
Leiter des neuropsychologischen  
Bereiches der Neurologischen  
Universitätsklinik am Knappschafts-  
krankenhaus Bochum-  
Langendreer**