

Sonderdruck aus »Gießener Universitätsblätter« Heft 1, 1975

Hans-Diedrich Cremer

**Die Bedeutung einer richtigen Ernährung
für Entwicklung und Funktion
des Nervensystems**

Zum Gedenken an Friedrich Erbslöh

Mein Interesse an Ernährungsfragen in Entwicklungsländern führte mich vor Jahren einige Monate nach Thailand, wo ich mich im Auftrage der Weltgesundheitsorganisation um ernährungsbedingte Erkrankungen kümmern sollte. In Süd- und Ostasien denkt man dann natürlich zunächst an *die* Vitaminmangelkrankheit, die mit fortschreitender Müllereitechnik im letzten Jahrhundert in allen Reisländern zu beängstigender Höhe angestiegen war: Die durch Mangel an Vitamin B₁ bedingte Beri Beri. Aber diese ausgesprochene Vitaminmangelkrankung wird heute auch in Thailand kaum mehr beobachtet, seit man ihr durch zweckmäßige Kostgestaltung und durch Vitaminanreicherung von Reis zu begegnen weiß. Doch ein zum Krankheitsbild der Beri Beri gehörendes Symptom wird — wenn auch in abgeschwächter Form — auch heute noch häufig gefunden: Funktionsstörungen der peripheren Nerven, sogenannte periphere Neuropathien.

Sollte dies eine Folge einer chronischen leichten Unterversorgung mit Vitamin B₁ sein? Gerade in Thailand wäre dies durchaus denkbar. Denn mit einem in Thailand recht beliebten Nahrungsmittel, nämlich mit rohem Fisch, werden Stoffe zugeführt, die Vitamin B₁ inaktivieren. Sollte daraus eine ungenügende Vitaminversorgung resultieren? Sollte dies vielleicht die Ursache der beobachteten Nervenstörungen sein? Vermutlich könnte man durch Tierversuche klären, ob und unter welchen Ernährungsbedingungen man derartige periphere Neuropathien erzeugen, wie man ihnen vorbeugen oder auch wie man sie verschlimmern kann, z. B. evtl. durch Alkoholgaben. Das wäre eine gute Grundlage für ein Gemeinschaftsprojekt, das in Zusammenarbeit zwischen Ernährungswissenschaft und Neurologie bearbeitet werden könnte.

Erste Versuche an Ratten, die gemeinsam von Klaus Kunze, Oberarzt der Gießener Neurologischen Klinik, und meinem Mitarbeiter Erich Muskat durchgeführt wurden, zeigten, daß man hier durch Messung der Leitungsgeschwindigkeit im Nervus ischiadicus in der Tat eine durch Vitamin B₁-Mangel hervorgerufene periphere Neuropathie verfolgen könne. Diese Befunde erregten das Interesse meines Freundes Friedrich Erbslöh, und er war schnell zu einer Zusammenarbeit bereit. Der Gegenstand hatte ihn schon lange interessiert. Zusammen mit seiner Mitarbeiterin M. Abel hatte er gerade begonnen, für das Handbuch der klinischen Neurologie einen umfangreichen Artikel über „Deficiency neuropathies“¹⁾ zu schreiben. Nun wurde

auch ein Forschungsprogramm für weitere Vitaminmangelversuche und entsprechende neurologische Untersuchungen an der Ratte aufgestellt, an denen sich aus dem Institut für Ernährungswissenschaft vor allem Irmgard Bitsch mit einigen Doktoranden beteiligte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bestätigten, daß sich durch Thiaminmangel — je nach Dauer und Schweregrad — mittelschwere bis schwere Polyneuropathien bei der Ratte erzeugen lassen, die aber — ganz gleich in welchem Stadium — durch Verabfolgung des Vitamins wieder geheilt werden können. In einem Vortrag bei einer Tagung der Studiengruppe Europäischer Ernährungswissenschaftler²⁾ sowie auf den internationalen Ernährungskongressen in Prag³⁾ und in Mexiko⁴⁾ wurden die Ergebnisse vorgetragen und fanden lebhaftes Interesse.

Einmal auf das Problem der Zusammenhänge zwischen Mangelernährung einerseits und Entwicklung und Funktion des Nervensystems andererseits gestoßen, interessierte ich mich nicht nur für das periphere Nervensystem, sondern vor allem auch für Entwicklung und Funktion des Gehirns. Beide Fragestellungen haben zu umfangreichen Experimenten und Studien geführt: Die Untersuchungen über das periphere Nervensystem vorwiegend in Gießen, in Klinik und Laboratorium, die über die Zusammenhänge mit der Gehirnentwicklung in einem Entwicklungsland, also einer Region, für die die Zusammenhänge zwischen Ernährung und geistiger Leistungsfähigkeit natürlich ganz besonders aktuell sind, weil sich daraus erhebliche praktische Konsequenzen ergeben.

I. Zusammenhänge zwischen Ernährungsfaktoren und der Funktion des peripheren Nervensystems¹⁵⁾

1. Eiweiß- und Kalorienmangel

Während man darüber, ob der in Entwicklungsländern so häufige Eiweiß-Kalorienmangel zu ersten Störungen in Entwicklung und Funktion des Zentralnervensystems führt, schon lange arbeitet, ist über den spezifischen Einfluß von Eiweißmangel auf die Funktion der *peripheren* Nerven wenig bekannt, systematische Untersuchungen fehlen. Dort, wo man bei schwerem Eiweißmangel periphere Neuropathien gefunden hat, mag die Ursache hierfür nicht in der Fehlernährung selbst zu suchen sein, sondern in den durch sie bedingten gastrointestinalen Störungen, die zu einer Verschlechterung der Verdauung und zu einer verringerten Zufuhr bzw. Resorption derjenigen Nährstoffe führen, die für Entwicklung und Funktion der peripheren Nerven von Bedeutung sind.

2. Mangel an B-Vitaminen

Ein isolierter Mangel an einem der B-Vitamine kommt beim Menschen im allgemeinen kaum vor, meistens sind durch ungenügende Vitaminversor-

gung bedingte Gesundheitsstörungen vielmehr Folgen eines komplexen Vitaminmangels. Dennoch erscheint es zweckmäßig, die für einige B-Vitamine spezifischen Störungen näher zu diskutieren. Dabei sollten die folgenden B-Vitamine behandelt werden: Vitamin B₂ (das sogenannte Riboflavin) — Pantothenensäure — Vitamin B₆ (das sogenannte Pyridoxin) — Niacin — Vitamin B₁₂ und Vitamin B₁ (das sogenannte Thiamin).

a) Vitamin B₂ und Pantothenensäure

Riboflavin hat als Hauptursache peripherer Neuropathien keine Bedeutung, doch ist es bei komplexen Vitaminmangelerscheinungen sicherlich auch beteiligt. Auch Pantothen säuremangel bietet kein spezifisches neurologisches Krankheitsbild. Man beobachtet nur eine gesteigerte Empfindlichkeit gegenüber Reizen und auch spontan auftretende schmerzende oder brennende Parästhesien.

b) Vitamin B₆

Sehr viel interessanter und von größerer praktischer Wichtigkeit sind neurologische Symptome bei Pyridoxinmangel. Sie zeigen eine gewisse Ähnlichkeit zum Thiaminmangel (s. unten), doch sind beide Krankheitsbilder weder klinisch noch neuropathologisch identisch. Die Bedeutung des Pyridoxinmangels als Ursache peripherer Nervenstörungen liegt darin, daß ein in die Chemotherapie der Tuberkulose eingeführter Stoff, das Isoniacid, sich als Antivitamin B₆ erwiesen hat. Nach länger dauernder Verabreichung dieses Therapeutikums kommt es nämlich zu charakteristischen hyperästhetischen peripheren Nervenstörungen, die schließlich zu einer sensorischen Polyneuropathie führen. Im Tierexperiment an der Ratte stellen sich nach Verabfolgung hoher Dosen von diesem Isoniacid schwere organische Veränderungen des peripheren Nervensystems ein, bei denen sich innerhalb weniger Tage Degenerationen der Neuronen zeigen. Große Gaben von Vitamin B₆ können die Wirkung des als Antivitamin wirkenden Therapeutikums aufheben.

c) Niacin

Mangelnde Zufuhr oder ungenügende Bildung von Niacin bei schlechter Eiweißzufuhr führen zu einem besonders in Maisländern häufigen Krankheitsbild, der Pellagra. Neben einer Allgemeinreaktion des gesamten Nervensystems sind für den Niacinmangel charakteristisch periphere Störungen, die hauptsächlich in einer symmetrischen Polyneuropathie von sensorischem Typ bestehen. Leichtere Mangelerscheinungen führen zu einer latenten Polyneuropathie, die sich nur durch neurologische Spezialuntersuchungen nachweisen läßt.

d) *Vitamin B₁₂*

Die in diesem Zusammenhang wohl wichtigsten B-Vitamine sind das Vitamin B₁₂ und das Vitamin B₁. Die durch Vitamin B₁₂-Mangel verursachte „Perniziöse Anämie“ wird bekanntermaßen oft von einer Degeneration von Nervenfasern im Rückenmark begleitet. Häufig ist sie aber auch kompliziert durch Störungen der Nerven besonders der unteren Extremitäten. Genaugenommen handelt es sich aber hier nicht um primär periphere *Störungen*, sondern um periphere *Symptome* der genannten Veränderungen im Rückenmark.

e) *Vitamin B₁*

Daß die durch Vitamin B₁-Mangel verursachte Erkrankung, die sogenannte Beri Beri, mit Nervenstörungen verbunden ist, ist lange bekannt. Doch ist heute das Krankheitsbild des voll ausgebildeten Vitamin B₁-Mangels eine recht seltene Erkrankung geworden. Dennoch sind periphere Neuropathien dem Neurologen in vielen Entwicklungsländern ein wohlbekanntes Syndrom. Daß sie in Thailand besonders häufig sind, wurde schon erwähnt. Zumeist werden sie jedoch erst dann diagnostiziert, wenn man nach ihnen sucht. Im Anfangsstadium verlaufen diese Neuropathien häufig ohne ernstere Beschwerden. Sie werden — bisweilen als Nebenbefund, doch damit als Vorbote späterer ernsterer neurologischer Störungen — oft mehr oder weniger zufällig entdeckt.

Daß die Ursache zwar nicht in einem schweren zu Beri Beri führenden Vitamin B₁-Mangel zu suchen ist, wohl aber in nicht ganz zureichender Thiaminzufuhr, läßt sich z. B. aus einem kürzlich erschienen Bericht der Weltgesundheitsorganisation schließen: Hier heißt es, daß periphere Neuropathien besonders häufig in *den* Teilen Thailands beobachtet werden, in denen maschinelle Reismühlen vorhanden sind, wo der Reis also besonders sorgfältig „poliert“ wird. Mit diesem Polieren gewinnt der Reis an Aussehen, und er wird länger lagerfähig, denn die äußeren bräunlichen Schichten des Reiskornes werden entfernt. In ihnen finden sich aber nicht nur die für den Nährwert belanglosen, aber die Haltbarkeit begrenzenden kleinen Fettmengen, sondern auch der Hauptanteil an Vitaminen, vor allem an Vitamin B₁. Daß die bei Genuß von poliertem Reis nur gerade eben genügende oder auch gerade eben nicht mehr ausreichende Versorgung mit dem Vitamin besonders in Thailand noch dadurch gefährdet wird, daß Nahrungsmittel mit thiaminzerstörenden Bestandteilen verzehrt werden — roher Fisch! — wurde schon erwähnt.

Von Neurologen hört man, daß auch in Industrieländern die Häufigkeit peripherer Neuropathien in den letzten Jahren zugenommen hat. Auch hier entgehen sie in ihren Frühstadien häufig der Aufmerksamkeit und werden erst entdeckt, wenn man nach ihnen sucht. Sollte dieses Symptom doch viel-

leicht ein Zeichen dafür sein, daß auch bei uns die Versorgung mit dem Vitamin B₁ nicht immer sichergestellt ist? Der Rückgang des Verzehrs an Vollkornbrot, der zunehmende Genuß von Feinmehlprodukten läßt sicherlich die B₁-Zufuhr immer mehr heruntergehen, so daß die Versorgung mit diesem Vitamin sicherlich für weite Bevölkerungskreise kritisch ist. Wenn chronischer Alkoholgenuß als zusätzlicher Schadensfaktor hinzukommt, wäre damit ein hinreichender Grund für die zunehmende Häufigkeit peripherer Neuropathien gegeben. Hier sollten Untersuchungen an Tieren und Studien am Menschen versuchen, Klarheit zu schaffen. Die Resultate der bisher in unserem Institut (Irmgard Bitsch) durchgeführten Tierexperimente geben allerdings keinen hinreichenden Grund zu der Annahme, daß Alkohol die peripheren Neuropathien im Vitamin B₁-Mangel verschlimmert.

II. Einfluß der Ernährung kurz vor und kurz nach der Geburt, insbesondere unzureichende Eiweißzufuhr, auf Entwicklung und Funktion des Zentralnervensystems

Während die Einflüsse einer Fehlernährung auf das periphere Nervensystem auch für Menschen in Industrieländern relevant sind, dürfte hier ein Einfluß unzureichender Eiweißzufuhr auf Entwicklung und Funktion des Zentralnervensystems nicht zu beobachten sein. Dies ist vielmehr vor allem ein Problem weiter Kreise der Bevölkerung von Entwicklungsländern. Von besonderer Bedeutung ist dies vor allem für kleine Kinder, deren durch die Wachstumsanforderungen bedingter Eiweißbedarf besonders groß ist. Für viele Entwicklungsländer sind deshalb evtl. Zusammenhänge zwischen Unterernährung und Gehirnentwicklung von enormer Bedeutung.

Daß es Beziehungen zwischen Ernährung und Gehirnentwicklung bzw. geistiger Leistungsfähigkeit gibt, wurde schon lange vermutet. Die ersten Publikationen über diese Frage liegen mehr als 70 Jahre zurück (5, 6, 7). Man war sich darüber klar, daß sich längere Nahrungsbeschränkungen auf die allgemeine Vitalität des Menschen, speziell aber auf die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit auswirken müßten. Doch etwa zur gleichen Zeit wurde auch schon die Hypothese aufgestellt, daß weniger physiologische als vielmehr durch Unterernährung und andere Umweltfaktoren bedingte psychische Störungen, also psychologische Faktoren für eine mangelhafte geistige Entwicklung verantwortlich zu machen seien. Es wurde jedoch nie der Beweis dafür erbracht, welche der beiden Gruppen von Faktoren als die eigentlich ursächlichen angesehen werden können. Man nahm das psychologische Verhalten und die verminderte Leistungsfähigkeit in vielen warmen tropischen Ländern meist als typisches Zeichen für das Leben in sozial tief stehenden Bevölkerungskreisen an, ohne die verschiedenen Faktoren im einzelnen zu differenzieren. Allmählich aber erwachte das Interesse an einer genaueren Klärung dieser Frage.

1. Untersuchungen am Menschen

Zu den ersten experimentellen Studien über den Einfluß der Ernährung auf das psychische Verhalten des Menschen gehören wohl die Untersuchungen, die der amerikanische Physiologe Ancel Keys über den Einfluß der Unterernährung auf das körperliche und geistige Verhalten gegen Ende des zweiten Weltkrieges an studentischen Freiwilligen durchführte⁸⁾. In Versuchen von mehreren Monaten Dauer zeigt sich, daß das Körpergewicht um 20 bis 30% zurückging und daß sich bei verschiedenen Tests erhebliche Reduktionen der geistigen Leistungsfähigkeit fanden. Auch das psychische Verhalten wies deutliche Abweichungen von der Norm auf. Alle diese Veränderungen gingen aber in relativ kurzer Zeit zurück, wenn man den Versuchspersonen wieder eine vollwertige Kost gab.

Sehr viel eingreifender sind die Folgen einer Unterernährung, insbesondere unzureichender Eiweißzufuhr, auf das körperliche und geistige Verhalten von Kindern. Besonders intensiv beschäftigten sich aus Ernährungsforschern und Pädiatern bestehende amerikanische und indische Teams mit den Auswirkungen der Unterernährung^(9, 10, 11, 12). Dabei fanden zwei verschiedene Untersuchungsmethoden Anwendung:

Einmal versuchte man bei Kindern, bei denen in den ersten Schuljahren eine besonders niedrige geistige Leistungsfähigkeit auffiel, zu ergründen, ob diese Kinder in früher Kindheit längere Zeit krank waren und insbesondere wegen schwerer Unterernährung in klinischer Behandlung sein mußten. Das war bei auffällig vielen Kindern der Fall.

Die andere Art der Beobachtung war die, daß man bei Säuglingen, die wegen lebensbedrohlicher Unterernährung in Krankenhausbehandlung waren, weiterhin die körperliche und geistige Entwicklung verfolgte. Schwere Störungen waren reversibel, die Kinder entwickeln sich nach Übergang zu vollwertiger Ernährung dann normal, wenn die schwere Unterernährung erst gegen Ende des ersten Lebensjahres oder später bestanden hatte. Wenn sie aber schon im ersten Lebenshalbjahr insbesondere an schwerem Eiweißmangel gelitten hatten, war eine völlige — vor allem geistige Rehabilitation meist nicht zu beobachten.

Man könnte meinen, daß diese Ergebnisse den Einfluß der Unterernährung auf die geistige Entwicklung und Leistungsfähigkeit beweisen. Aber sie sind nur scheinbar eindeutig. Man muß sich darüber klar sein, daß die unterernährten und geistig weniger leistungsfähigen Kinder im allgemeinen aus armen, unter schlechten sozioökonomischen Bedingungen lebenden Bevölkerungskreisen kommen, so daß sie sich in mehr als einem Punkt von Kontrollkindern unterscheiden, selbst wenn diese sorgfältig ausgesucht sind. Denn es sind immer drei verschiedene Faktoren, die ihren Einfluß auf die geistige Entwicklung ausüben können: Nicht nur die Unterernährung, son-

dern die kümmerlichen Umweltbedingungen und vor allem auch die fehlende geistige Stimulierung. So ist es nicht verwunderlich, wenn die Teilnehmer einer 1968 in Boston durchgeführten internationalen Konferenz zum Thema „Malnutrition, Learning and Behavior“ zu der abschließenden Stellungnahme kamen, daß ein schlüssiger Beweis für den Zusammenhang zwischen Unterernährung und geistiger Unterentwicklung noch nicht erbracht sei, wengleich diese Beziehungen als höchstwahrscheinlich angesehen werden müssen¹³).

2. Tierversuche über Zusammenhänge zwischen Ernährung und Gehirnentwicklung

Seit mehr als 100 Jahren hat die experimentelle Ernährungsforschung wesentliche Impulse aus Tierversuchen erhalten. Ein ganz wesentlicher Fortschritt war die Einführung der weißen Ratte als *das* klassische Versuchstier der Ernährungsphysiologen. Amerikanische Autoren verwandten sie erstmals vor mehr als 6 Jahrzehnten in Experimenten über Vitaminforschung. Die Übertragung der hierbei gewonnenen grundlegenden Erkenntnisse auf die Verhältnisse beim Menschen war in vielen Fällen möglich. Bei der Verfolgung der geistigen Entwicklung ist es aber natürlich sehr viel schwieriger, Tierversuche als Modell für Veränderungen am Menschen zu verwenden. Dennoch hat man auch auf dem Gebiet der Zusammenhänge zwischen Ernährung und Gehirnentwicklung aus Tierversuchen wesentliche Schlüsse ziehen können¹⁴). Versuche an Ratten, Schweinen, Hunden und Affen lassen annehmen, daß es in der Entwicklung des Zentralnervensystems eine „kritische“ Periode gibt und daß in diesem Lebensabschnitt einwirkende Ernährungseinflüsse maßgebend sind für Wachstum und Entwicklung des Gehirns. Als Test für die mehr oder weniger schnelle bzw. vollständige Entwicklung eines Organs kann die Zellzahl angenommen werden, die man mit biochemischen Methoden exakt zu bestimmen in der Lage ist. Die absolute Menge an einer bestimmten Nucleinsäure ist für alle Zellen eines Organs charakteristisch, so daß man aus der Gesamtmenge an dieser Nucleinsäure auch die Zellzahl berechnen kann. Bei diesen Untersuchungen stellt sich nun heraus, daß dann, wenn die Tiere in einer bestimmten Periode vor und nach der Geburt der Jungen einem schweren Eiweißmangel ausgesetzt waren, Gehirn und andere lebenswichtige Organe bei diesen nicht die normale Zellzahl angelegt hatten, sondern unterentwickelt waren und, wenn der Eiweißmangel in einer bestimmten „kritischen“ Periode eingewirkt hatte, dies auch blieben. Diese „kritische“ Periode begann etwa im letzten Drittel der Trächtigkeit und dauerte bei jungen Ratten bis zu einem Alter von 3 Wochen, bei Schweinen bis zu einem Alter von 3 Monaten. Gehirngewicht und -zellzahl normalisierten sich selbst dann nicht, wenn die Tiere späterhin aufgefüttert wurden. Eiweißmangel in der genannten kritischen Periode

führt also offensichtlich zu irreversiblen Veränderungen von Gewicht und Zellzahl des Gehirns. Daß bei einer derartigen Unterentwicklung eines Organs auch seine Funktionsfähigkeit leidet, darf wohl angenommen werden.

Man untersuchte aber noch einen anderen Faktor in seinem Einfluß auf die Gehirnentwicklung: Die geistige Stimulierung. Wenn man Tiere isoliert und alle äußeren Reize von ihnen fernhält, wenn sie also psychisch gar nicht stimuliert werden, beobachtet man selbst bei ausreichender Ernährung bei der Gehirnentwicklung das gleiche wie bei unzureichender Ernährung: Hinter der Norm zurückbleibende Zellzahl. Doch dies trifft hier — im Gegensatz zu den Beobachtungen bei Eiweißmangel — nur für das Gehirn zu, nicht für die übrigen Organe. Diese sind also offensichtlich den normalen Funktionsreizen durch den Stoffwechsel ausgesetzt, während bei geistiger Isolierung und fehlender Stimulierung der adäquate Reiz für das Gehirn ausbleibt, dieses sich also nicht normal entwickeln kann¹¹⁾.

So bleibt also auch nach dem Ergebnis der Tierversuche die gleiche Schwierigkeit, zu entscheiden, welches der für die Gehirnentwicklung wirklich maßgebende Faktor ist, ist es die Ernährung, ist es die geistige Stimulierung, oder sind beide Faktoren wirksam? Um diese so überaus wichtige Frage zu klären, ist man nun wieder zu Beobachtungen am Menschen zurückgekehrt.

3. Langzeitstudie am Menschen über Zusammenhänge zwischen Ernährung und geistiger Entwicklung¹⁶⁾

Den Beweis für etwaige Zusammenhänge zwischen Ernährung und geistiger Entwicklung und die Wirkung von Eiweißzulagen bei einer unterernährten Bevölkerung soll nun eine mehrjährige Feldstudie erbringen, die in Kolumbiens Hauptstadt Bogotá begonnen hat. Es ist eine Gemeinschaftsarbeit des staatlichen kolumbianischen Ernährungsinstituts, der Harvard-Universität (Ernährungsinstitut der Harvard School of Public Health) und der Universität Gießen (Institut für Ernährungswissenschaft I und Tropeninstitut). Unsere Beteiligung ist dadurch möglich geworden, daß die Deutsche Forschungsgemeinschaft vom Sommer 1972 ab eine außerordentlich großzügige Sachbeihilfe gewährt hat, die zunächst noch bis zum Sommer 1976 läuft und bei positivem Ausgang der Versuche möglicherweise verlängert wird.

Ziel der Studie ist es, verschiedene Gruppen von Familien zu vergleichen, von denen mehrere für eine gewisse Zeit eine Ernährungszulage erhalten, in einigen Gruppen die Kinder noch zusätzlich geistig stimuliert werden. Alle Familien erhalten während der gesamten Versuchszeit kostenlos ärztliche Betreuung und Medikamente. Dies gilt auch für eine „Kontrollgruppe“, bei der weder eine Nahrungszulage gegeben noch geistige Stimulierung durchgeführt wird, die vielmehr unter den gleichen kümmerlichen Bedingungen

weiterlebt, wie die vielen anderen tausend Familien in diesem ärmlichen Stadtteil von Bogotá. Die in den Versuch aufgenommenen Familien müssen folgende Kriterien erfüllen: Von mehreren, mit Sicherheit von den gleichen Eltern stammenden Kindern einer Familie sind einige unterernährt. Die Mutter erwartet ein weiteres Kind, die Schwangerschaft soll etwa im dritten bis vierten Monat bestehen. — Testperson wird das erwartete Kind.

Im Verlauf von einigen Jahren hoffen wir eine Aussage darüber machen zu können, ob eine Eiweißzulage zu bestimmten Zeiten vor und einige Monate oder gar Jahre nach der Geburt eine bessere geistige Entwicklung zur Folge hat und ob und in welchem Ausmaß eine geistige Stimulierung dabei eine Rolle spielt. Die Psychologen haben Tests entwickelt, die die geistige Entwicklung schon während des ersten Lebensjahres zu verfolgen gestatten. Zuverlässiger aber sind zweifellos die Ergebnisse von Untersuchungen an älteren Kindern. So wird man erst nach einigen Jahren ein wirklich aussagekräftiges Ergebnis vorliegen haben. Doch schon die ersten Ergebnisse zeigen nicht nur eine klare körperliche Überlegenheit der Kinder aus den Familien, die Ernährungszulagen erhalten haben, sondern auch die geistige Entwicklung scheint besser zu verlaufen.

Der wissenschaftliche Wert einer solchen Untersuchung liegt auf der Hand. Allein schon die Technik der interdisziplinären Zusammenarbeit, die hier in beispielgebender Weise geübt wird, indem Ernährungswissenschaftler, Mediziner, Psychologen und Soziologen zusammenarbeiten müssen, ist eine Aufgabe, zu deren Bearbeitung man noch viel zu wenig Erfahrung hat. Dann aber verspricht vor allem die fachliche Fragestellung eine interessante Antwort, sowohl aus theoretischer wie aus praktischer Sicht. Gerade auch über die praktischen Konsequenzen soll man sich klar sein, insbesondere darüber, wie es mit der Möglichkeit des Vorliegens von schwerem Eiweißmangel bei Kindern im ersten Lebensjahr aussieht und welche Konsequenzen dies haben kann. In Entwicklungsländern werden, ganz besonders in den ärmsten Bevölkerungsschichten, die Kinder heute noch in den ersten Lebensmonaten eigentlich durchweg gestillt, so daß gerade in der Periode, die für die Entstehung irreversibler Schäden am Nervensystem maßgebend zu sein scheint, ein ernster Eiweißmangel dann nicht vorliegt, wenn die Mutter eine hochwertige Milch zu geben in der Lage ist. Heute noch ist in Entwicklungsländern in den meisten Familien die Mutter und Hausfrau für den Haushalt und die Kinder da, so daß das Stillen des Neugeborenen keine Schwierigkeiten bereitet. Mehr und mehr aber wird auch hier die Frau das Bestreben haben, erwerbstätig zu sein, um zum Familieneinkommen beitragen zu können. Fortschreitende Urbanisierung einerseits, Familienplanung und Einschränkung der Geburtenzahl andererseits tragen dazu bei. Die Folge ist, daß auch in vielen Entwicklungsländern, insbesondere in den Großstädten wie etwa in Bogotá, die Mutter mehr und mehr dazu übergeht,

das Kind so früh wie möglich abzusetzen. Hier stellen sich also Verhältnisse ein ähnlich denen in technisierten Ländern, wo die Kinder schon früh auf künstliche Ernährung gesetzt werden. Während es aber in Ländern mit einer hochentwickelten Hygiene ohne Schwierigkeiten möglich ist, daß ein Kind auch ohne Muttermilch vollwertig ernährt werden kann, gilt dies nicht für die meisten Entwicklungsländer. Denn die schlechten hygienischen Verhältnisse machen es schwer, als Ersatz für Muttermilch eine wirklich einwandfreie Flaschenmilch zuzubereiten. Einerseits sind es die Kosten für Trockenmilch oder anderer Säuglingsmilchpräparate, andererseits ist es die Schwierigkeit, das zum Verdünnen notwendige Wasser und die Zubereitungs- und Milchgefäße wirklich steril oder zumindest bakterienarm zu halten. Die Schwierigkeit der Beschaffung von Milchersatzpräparaten und ihre Kosten haben häufig zur Folge, daß die Mutter dann, wenn sie den Säugling wegen einer Durchfallerkrankung oder aus anderen Gründen absetzt, dazu übergeht, ihm eiweißarme Getreidesuppe oder Schleimabkochungen, in vielen Fällen sogar nur Zuckerwasser zu geben, so daß das Kind nicht mit der notwendigen Menge an Eiweiß versorgt wird. Dies bringt das Kind in die Gefahr lebensbedrohender Unterernährung. Je nach Dauer und Intensität des Eiweißmangels geht das Kind an einer schweren akuten Ernährungsstörung zugrunde oder aber es erleidet chronische Schäden, die zur Beeinträchtigung der geistigen Entwicklung führen können.

Die sich für das Kind hier anbahnende körperliche und geistige Unzulänglichkeit eröffnet einen Circulus vitiosus. Er beginnt in der Kindheit und bringt den Menschen für das ganze Leben in eine Rolle der geistigen und körperlichen Minderwertigkeit. Er zwingt den Menschen dadurch in Positionen, aus denen er sich mit eigener Kraft nicht befreien kann. Der körperlich und geistig benachteiligte Mensch ist infolge einer schlechten sozioökonomischen Lage nicht fähig, seine Kinder davor zu schützen, daß ihnen das gleiche Schicksal zuteil wird wie ihm selbst. Das Kind einer unterernährten Mutter ist einem größeren Risiko ausgesetzt, wiederum unter den Schäden der Fehlernährung zu leiden, als es bei einem unter guten Ernährungsbedingungen aufwachsenden Kinde der Fall ist. Die durch Fehlernährung verursachten körperlichen Schäden können für die Entwicklung und Funktion aller Organe außerordentlich nachteilige Folgen haben, können zu frühzeitigem Tod oder zu lebenslanglichem Siechtum führen. Noch schwerer aber für den Betroffenen selbst und das Leben seiner Familie sind die Störungen, die sich auf unzureichende Entwicklung und zurückbleibendes Wachstum von Gehirn und Nervensystem beziehen und zu einer Minderung der geistigen Leistungsfähigkeit führen. Die für eine „Entwicklungshilfe“ verantwortlichen Persönlichkeiten und Institutionen sowohl in Industriestaaten wie in internationalen Organisationen, vor allem aber auch in den Entwicklungsländern selbst müssen sich darüber klar sein, welche Folgen

eine Unterernährung in früher Kindheit haben kann. Sie müssen sich insbesondere darüber klar sein, daß eine Bildungshilfe dann ohne jeden Nutzen ist, wenn sie am ungeeigneten Objekt einsetzt. Schulspeisungsprogramme kommen dann zu spät, wenn die für die geistige Entwicklung ausschlaggebende Phase der Gehirnentwicklung verpaßt ist. Möglicherweise sollten alle Anstrengungen, die Ernährung der Menschen in Entwicklungsländern zu verbessern, vor allem darauf konzentriert werden, eine ausreichende Ernährung, vor allem eine vollwertige Eiweißzufuhr für werdende Mütter und kleine Kinder bereitzustellen. Zu der Möglichkeit, diese Frage zu beantworten, wird hoffentlich das Ergebnis der genannten Studie einen Beitrag liefern, so daß sich damit die Ernährungswissenschaft nicht nur als interessantes Fachgebiet, sondern auch als wichtiges Instrument der Entwicklungshilfe präsentiert.

Am Studium der Zusammenhänge zwischen Ernährung einerseits und Entwicklung und Funktion des *Zentralnervensystems* andererseits hat Friedrich Erbslöh zwar nicht mehr selbst aktiv mitgearbeitet, jedoch hat er sich auch für dieses Thema lebhaft interessiert, so daß seine Anregungen mir wertvolle Impulse für die Weiterarbeit gaben.

Literatur

- 1) F. Erbslöh und M. Abel: Deficiency neuropathies. Aus: Handbook of clinical neurology. 7, 558 (1970).
- 2) F. Erbslöh und H.-D. Cremer: Malnutrition and Peripheral Neuropathies. *Bibl. Nutr. Diet.* 17, 46 (1972).
- 3) E. Muskat und K. Kunze: Alimentärer Thiaminmangel und schweflige Säure als mögliche Ursachen primärer Nervenschädigung bei Ratten. VIII th International Congress of Nutrition, Prag 1969.
- 4) F. Erbslöh und I. Bitsch: Nutritionally conditioned neuropathies, Clinical aspects (F. Erbslöh), Biochemical aspects (I. Bitsch) in „Nutrition and Peripheral Nervous System“ (Symposium, Chairman H. D. Cremer) IX. International Congress of Nutrition, Mexiko 1972.
- 5) W. Weygandt: Über die Beeinflussung geistiger Funktionen durch Hungern. *Psychol. Arb.* 4, 45—173 (1904).
- 6) F. G. Benedict, M. R. Miles, P. Roth, H. M. Smith: Human Vitality and Efficiency under Prolonged Restricted Diet. Carnegie Institution of Washington, Publ. No. 280, Washington. D. C., 1919.
- 7) S. Blanton: Mental and Nervous Changes in the Children of the Volksschule of Trier, Germany, Caused by Malnutrition. *Ment. Hyg.* 3, 343 (1919).
- 8) A. Keys, J. Brozek, A. Henschel, O. Mickelsen, H. L. Taylor: The Biology of Human Starvation. Univ. of Minn. Press, Minneapolis, Minn. 1950.
- 9) J. Cravioto u. a.: Nutrition Growth and Neurointegrative Development and Experimental and Ecological Study. *Pediatrics* 38, 319 (1966).
- 10) J. Cravioto: Mental Performance in School Age Children. *Am. J. Dis. Child.* 120, 404 (1970).

- 11) *J. Cravioto, L. Hambraeus, B. Vahlquist* (Eds): Early Malnutrition and Mental Development. Symposium of the Swedish Nutrition Foundation No. XII, Uppsala, Almqvist & Wiksell 1974.
- 12) *S. Champakam und C. Gopalan*: Kwashiorkor and Mental Development. *Am. J. Clin. Nutr.* 21, 644 (1968).
- 13) *N. S. Scrimshaw, J. E. Gordon* (Eds): Malnutrition, Learning, and Behavior. Cambridge Mass., M. I. T. Press 1968.
- 14) *H. D. Cremer*: Malnutrition. — Möglichkeiten zur Objektivierung verschiedener Formen von Malnutrition und ihrer Folgen, insbesondere für das Nervensystem. *Medizin und Ernährung* 11, 249 (1970).
- 15) *F. Cobos und H. D. Cremer*: Einfluß der Ernährung auf Entwicklung und Funktion des Nervensystems. *Therapie der Gegenwart* 111, 1312, 1445, 1606 (1972).
- 16) *J. O. Mora, L. Castro, N. Christiansen, J. Clement-Murphy, H. D. Cremer, M. G. Herrera, H. Ortiz, F. Pardo, B. de Paredes, L. Vuori-Christiansen, M. Wagner and F. J. Stare*: Nutrition, Health and Social Factors Related to Intellectual Performance. *World Review for Nutrition and Dietetics* 19, 205—236 (1974).