

Der Calcium- und Knochenstoffwechsel wurde ebenfalls intensiv bearbeitet, wobei die Wirkungsbeziehungen der Vitamine D₃, C, B₆ und K untersucht wurden. Zum Nachweis der Wirksamkeit von Vitamin D₃ und dessen Metaboliten führte Dr. Weiser prophylaktische und kurative Tests bei mehreren Tierespecies ein. Die therapeutische Breite von verschiedenen hydroxylierten Metaboliten wurde von ihm in diesem Umfang zum ersten Mal bestimmt. Die kombinierte Anwendung einiger Vitamin-D-Metaboliten zeigte synergistische Wirkungen.

Durch Vitamin C liessen sich die Enzym-Aktivitäten einiger für den Kollagen- und Mineralstoffwechsel zentralen Reaktionen stimulieren. Um neben den physiologischen Wirkungen auch klinisch-chemische und mechanische Parameter wie die Knochenfestigkeit erfassen zu können, wurde von seiner Gruppe ein Osteoporose-Modell unter Verwendung der Fischer Ratte etabliert.

Beim Vitamin E standen Untersuchungen der Aktivitätsverhältnisse der natürlichen Vitamin-E-Homologen und der synthetischen Stereoisomere des α -Tocopherols im Vordergrund. Im Rattenmodell gelang es, den Gestationstest mit dem Myopathie- und dem Leberspeichertest zu kombinieren. Mit dieser Versuchsanlage konnte gezeigt werden, dass die relative Vitamin-E-Aktivität von Homologen und Stereoisomeren invariant bleibt, unabhängig davon, ob die Aktivität mittels einer spezifischen Vitamin-E-Wirkung, als Antioxidans-Funktion oder über den Leberspeicher ermittelt wird.

In mehr als 150 Publikationen sind die wissenschaftlichen Erfolge von *Harald Weiser* dokumentiert. Daneben war er auch ein ausgezeichneter Lehrer, der seine Kollegen beim gemeinsamen Kaffee an seinem grossen Wissen teilhaben liess und zur kreativen Arbeit stimulierte. In seinem Handeln fühlte er sich gleichermassen der Firma und den Kollegen gegenüber ver-

pflichtet. Durch das synergistische Zusammenwirken mit anderen Laboratorien wurden Projekte angegangen, welche allein nicht zu bewältigen gewesen wären. Auf diese Weise entstanden enge und fruchtbare Beziehungen zur *Maximilians-Universität München*, zur *Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz* und zur *Freien Universität Berlin*. Seine schier unermessliche Energie, seine Emphatie, seine Lebendigkeit, die Liebesswürdigkeit und seine Begeisterungsfähigkeit waren für die konstant erbrachten Erfolge in seiner Arbeitsgruppe von entscheidender Bedeutung.

Für seine hervorragenden Leistungen wurde *Harald Weiser* 1972 zum Prokuristen und 1980 zum wissenschaftlichen Experten befördert. Im Jahre 1988 erhielt er als erster Mitarbeiter der Abteilung für Vitaminforschung den *Roche-Research-Prize*. Für die Zukunft wünschen wir unserem Freund *Harald Weiser* weiterhin gute Gesundheit und viel Glück.

Chimia 47 (1993) 480-489

© Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft
ISSN 0009-4293

Aspekte der evolutionären Erkenntnistheorie in der Ernährungswissenschaft

(Vortrag anlässlich eines Symposiums zu Ehren von Dr. H. Weiser anfangs September 1993 bei F. Hoffmann-La Roche AG, Basel)

Hans K. Biesalski*

Ernährung enthält Komponenten, die krank machen und solche, die zur Erhaltung der Gesundheit beitragen. Dies war den arabischen Medizinern ebenso bekannt, wie den ägyptischen Priestern, die solche Komponenten gezielt einsetzten. Beispielsweise ist bereits seit mehr als 3000 Jahren bekannt, dass tierische Leber zur Therapie der Nachtblindheit einge-

setzt werden kann. Tierische Leber enthält grosse Mengen an Vitamin A, was die durch Vitamin-A-Mangel ausgelöste Nachtblindheit behebt. Aber bereits unsere primatenhaften Vorfahren hatten von solchen Zusammenhängen Kenntnis und haben diese gezielt eingesetzt. So wählen manche Primaten zwischen verschiedenen Früchten scheinbar gezielt aus, d.h. sie verzehren bevorzugt solche, die für sie essentielle Nahrungskomponenten enthalten; selbst dann, wenn diese neben durchaus schmackhaften anderen Früchten (bei denen diese essentiellen Bestandteile fehlen) erst durch langes und mühsames Suchen auffindbar sind. Essentielle Nah-

rungsbausteine nehmen der Mensch und die meisten anderen Lebewesen gezielt auf und verhüten so, dass es zu Mangelerkrankungen kommt, selbst wenn ihm diese nicht direkt ersichtlich sind. Diese scheinbar gezielte Aufnahme findet sich in vielen traditionellen Nahrungszusammenstellungen wie z.B. Nudeln mit Tomatensauce und Parmesankäse, eine Kombination, die erst so eine vollwertige, d.h. alle essentiellen Aminosäuren enthaltende Nahrung ergibt. In Mexico werden Tortillas seit Jahrhunderten gekalkt, was ein im Mais befindliches Antivitamin daran hindert, das wichtige Vitamin B1 zu zerstören; in Indien dagegen wird eine Kalkung nicht durchgeführt, was die Folge hat, dass ein Vitamin-B1-Mangel durch die einseitige Ernährung mit Maistortillas entstehen kann. Epidemiologische Untersuchungen zeigen exemplarisch, dass in Regionen, in denen sich über Jahrhunderte bestimmte Ernährungsweisen auf Grund natürlicher Gegebenheit und Traditionen erhalten haben, bestimmte Zivilisationskrankheiten wie Arteriosklerose und Krebs seltener als in typischen Einwanderungsländern mit verändertem Nahrungsangebot auftreten. Erst die Wanderungen unserer Vorfahren aus angestammten Regionen auf der Suche nach Nahrung und die Umstellung auf ein geändertes Nahrungsangebot haben zur Veränderung der ursprünglich typischen Krankheitsbilder und -häufigkeiten geführt. So zeigt sich, dass japanische Immigranten in Kalifornien

*Korrespondenz: Prof. Dr. med. H.K. Biesalski
Institut für Biologische Chemie und
Ernährungswissenschaft
Universität Hohenheim
Garbenstrasse 30
D-70599 Stuttgart

Der Calcium- und Knochenstoffwechsel wurde ebenfalls intensiv bearbeitet, wobei die Wirkungsbeziehungen der Vitamine D₃, C, B₆ und K untersucht wurden. Zum Nachweis der Wirksamkeit von Vitamin D₃ und dessen Metaboliten führte Dr. Weiser prophylaktische und kurative Tests bei mehreren Tierespecies ein. Die therapeutische Breite von verschiedenen hydroxylierten Metaboliten wurde von ihm in diesem Umfang zum ersten Mal bestimmt. Die kombinierte Anwendung einiger Vitamin-D-Metaboliten zeigte synergistische Wirkungen.

Durch Vitamin C liessen sich die Enzym-Aktivitäten einiger für den Kollagen- und Mineralstoffwechsel zentralen Reaktionen stimulieren. Um neben den physiologischen Wirkungen auch klinisch-chemische und mechanische Parameter wie die Knochenfestigkeit erfassen zu können, wurde von seiner Gruppe ein Osteoporose-Modell unter Verwendung der Fischer Ratte etabliert.

Beim Vitamin E standen Untersuchungen der Aktivitätsverhältnisse der natürlichen Vitamin-E-Homologen und der synthetischen Stereoisomere des α -Tocopherols im Vordergrund. Im Rattenmodell gelang es, den Gestationstest mit dem Myopathie- und dem Leberspeichertest zu kombinieren. Mit dieser Versuchsanlage konnte gezeigt werden, dass die relative Vitamin-E-Aktivität von Homologen und Stereoisomeren invariant bleibt, unabhängig davon, ob die Aktivität mittels einer spezifischen Vitamin-E-Wirkung, als Antioxidans-Funktion oder über den Leberspeicher ermittelt wird.

In mehr als 150 Publikationen sind die wissenschaftlichen Erfolge von *Harald Weiser* dokumentiert. Daneben war er auch ein ausgezeichneter Lehrer, der seine Kollegen beim gemeinsamen Kaffee an seinem grossen Wissen teilhaben liess und zur kreativen Arbeit stimulierte. In seinem Handeln fühlte er sich gleichermassen der Firma und den Kollegen gegenüber ver-

pflichtet. Durch das synergistische Zusammenwirken mit anderen Laboratorien wurden Projekte angegangen, welche allein nicht zu bewältigen gewesen wären. Auf diese Weise entstanden enge und fruchtbare Beziehungen zur *Maximilians-Universität München*, zur *Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz* und zur *Freien Universität Berlin*. Seine schier unermessliche Energie, seine Emphatie, seine Lebendigkeit, die Liebesswürdigkeit und seine Begeisterungsfähigkeit waren für die konstant erbrachten Erfolge in seiner Arbeitsgruppe von entscheidender Bedeutung.

Für seine hervorragenden Leistungen wurde *Harald Weiser* 1972 zum Prokuristen und 1980 zum wissenschaftlichen Experten befördert. Im Jahre 1988 erhielt er als erster Mitarbeiter der Abteilung für Vitaminforschung den *Roche-Research-Prize*. Für die Zukunft wünschen wir unserem Freund *Harald Weiser* weiterhin gute Gesundheit und viel Glück.

Chimia 47 (1993) 480-489

© Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft
ISSN 0009-4293

Aspekte der evolutionären Erkenntnistheorie in der Ernährungswissenschaft

(Vortrag anlässlich eines Symposiums zu Ehren von Dr. H. Weiser anfangs September 1993 bei F. Hoffmann-La Roche AG, Basel)

Hans K. Biesalski*

Ernährung enthält Komponenten, die krank machen und solche, die zur Erhaltung der Gesundheit beitragen. Dies war den arabischen Medizinern ebenso bekannt, wie den ägyptischen Priestern, die solche Komponenten gezielt einsetzten. Beispielsweise ist bereits seit mehr als 3000 Jahren bekannt, dass tierische Leber zur Therapie der Nachtblindheit einge-

setzt werden kann. Tierische Leber enthält grosse Mengen an Vitamin A, was die durch Vitamin-A-Mangel ausgelöste Nachtblindheit behebt. Aber bereits unsere primatenhaften Vorfahren hatten von solchen Zusammenhängen Kenntnis und haben diese gezielt eingesetzt. So wählen manche Primaten zwischen verschiedenen Früchten scheinbar gezielt aus, d.h. sie verzehren bevorzugt solche, die für sie essentielle Nahrungskomponenten enthalten; selbst dann, wenn diese neben durchaus schmackhaften anderen Früchten (bei denen diese essentiellen Bestandteile fehlen) erst durch langes und mühsames Suchen auffindbar sind. Essentielle Nah-

rungsbausteine nehmen der Mensch und die meisten anderen Lebewesen gezielt auf und verhüten so, dass es zu Mangelerkrankungen kommt, selbst wenn ihm diese nicht direkt ersichtlich sind. Diese scheinbar gezielte Aufnahme findet sich in vielen traditionellen Nahrungszusammenstellungen wie z.B. Nudeln mit Tomatensauce und Parmesankäse, eine Kombination, die erst so eine vollwertige, d.h. alle essentiellen Aminosäuren enthaltende Nahrung ergibt. In Mexico werden Tortillas seit Jahrhunderten gekalkt, was ein im Mais befindliches Antivitamin daran hindert, das wichtige Vitamin B1 zu zerstören; in Indien dagegen wird eine Kalkung nicht durchgeführt, was die Folge hat, dass ein Vitamin-B1-Mangel durch die einseitige Ernährung mit Maistortillas entstehen kann. Epidemiologische Untersuchungen zeigen exemplarisch, dass in Regionen, in denen sich über Jahrhunderte bestimmte Ernährungsweisen auf Grund natürlicher Gegebenheit und Traditionen erhalten haben, bestimmte Zivilisationskrankheiten wie Arteriosklerose und Krebs seltener als in typischen Einwanderungsländern mit verändertem Nahrungsangebot auftreten. Erst die Wanderungen unserer Vorfahren aus angestammten Regionen auf der Suche nach Nahrung und die Umstellung auf ein geändertes Nahrungsangebot haben zur Veränderung der ursprünglich typischen Krankheitsbilder und -häufigkeiten geführt. So zeigt sich, dass japanische Immigranten in Kalifornien

*Korrespondenz: Prof. Dr. med. H.K. Biesalski
Institut für Biologische Chemie und Ernährungswissenschaft
Universität Hohenheim
Garbenstrasse 30
D-70599 Stuttgart

bereits in der zweiten Generation plötzlich verstärkt Krebserkrankungen entwickeln, die in ihrem Ursprungsland eher selten sind. Die Liste solcher Beispiele liesse sich noch beliebig fortsetzen und es stellt sich die Frage, ob der Mensch über erworbene Strukturen verfügt, die es ihm erlauben, für ihn essentielle Nahrungskomponenten selektiv zu erkennen, um diese Erkenntnis dann dazu zu verwenden, eine möglichst überlebenssichernde Ernährungsweise zu pflegen.

Erkennen und Erfahren sind Grundbegriffe, mit denen sich die Philosophie beschäftigt. Ich will daher aus der Sicht des Ernährungswissenschaftlers prüfen, ob es möglich ist, die Philosophie als Hilfsmittel für die Erörterung des Problems heranzuziehen.

Nahrungssuche war zweifellos ein starker evolutionärer Faktor, der zum Entstehen und zum Aussterben der verschiedensten Arten beigetragen hat. Inwieweit diese Nahrungssuche durch gewonnene Erfahrungen in Erkenntnisse umgesetzt wurde, die zu einem Selektionsvorteil für spätere Generationen geführt hat, ist kaum zu beantworten. Es stellt sich somit die Frage, ob auf der Basis der Evolution unterliegenden Wahrnehmungs- und damit möglicherweise auch Erkenntnisstrukturen zu erklären ist, dass sich in der Natur spezifische Beute-Jäger-Verhältnisse entwickelt haben. Besonders bei den nachtaktiven Tieren fällt auf, dass sich hier eine scheinbare Nahrungssymbiose zwischen Beute und Jäger herausgebildet hat. So wie die Maus, die nachts ihren Bau verlässt von nachtaktiven Jägern wie z.B. der Eule durch Infrarotsensoren erkannt wird oder aber Insekten, die in der Dämmerung durch die Fledermäuse wahrgenommen werden. Liegen hier spezifische Erkenntnisprozesse vor, die von Seiten der Eule zu einer Anpassung ihrer Erkenntnis auf der Suche nach Nahrung an die natürlichen Gegebenheiten erfolgt ist? Hat die Evolution zur Anpassung der Eule an ihre Beute oder aber zur Anpassung der Maus an ihren Jäger geführt?

Die schwierige Frage, ob wir über Fähigkeiten im Sinne von Erkenntnissen verfügen, die unsere Nahrungswahl steuern und damit eine adäquate Versorgung sicherstellen, kann ich aus der Sicht des Ernährungswissenschaftlers nur dann beantworten, wenn ich die Philosophie zu Hilfe nehme.

Was ist Erkenntnis? Im Sinne einer Arbeitsdefinition können wir festhalten:

Erkenntnis ist eine adäquate interne Rekonstruktion und Identifikation äusserer Objekte im Subjekt.

Wie ist das also mit unserer Erkenntnisfähigkeit? Ich habe dafür in der Philosophie zwei Denkmodelle gefunden:

- 1) Die von *Kant* formulierte Erkenntnistheorie, die sich mit dem bereits von *Platon* in die Philosophie eingeführten Begriff des 'Dinges an sich' beschäftigt, und
- 2) die evolutionäre Erkenntnistheorie, die von *Lorenz*, *Popper* und vor allen Dingen von *Vollmer* ins Spiel gebracht und diskutiert wird.

Im folgenden will ich versuchen, das Beispiel des in der Philosophie erörterten Erkenntnisbegriffes auf die menschliche Ernährung anzuwenden. Ich bin dabei von zwei verschiedenen Ansätzen ausgegangen: Der Erkenntnis im Sinne eines immanenten Engramms, formuliert im *Kant'schen* 'Ding an sich', welches die Grenzen der Erkenntnisfähigkeit festlegt, und einer adaptiven Erkenntnisfähigkeit im Sinne der evolutionären Anpassung. Die Erkenntnistheorie befasst sich mit der Frage, ob, und wenn ja, warum wir unsere Umwelt so erfassen, wie sie möglicherweise real, also objektiv ist.

Kant beschreibt das 'Ding an sich' wie folgt:

Ding an sich: Fachterminus der Erkenntnistheorie. Das vom Einfluss des erkennenden Subjekts unberührte Ding. Die Konstitution der Sinnesorgane und die Strukturen des Verstandes 'verformen' das Ding an sich für Menschen zur Erscheinung.

Aus der Sicht *Kants* bedeutet das, dass vom 'Ding an sich' d.h. der realen uns umgebenden Welt keine objektive Information ausgeht. Das bedeutet, erst unsere subjektive Erfahrung macht das 'Ding an sich' erkennbar. Also subjektiv erkennbar, ohne dass wir in der Lage wären, sicher zu stellen, dass die Erfahrung, die wir mit diesem 'Ding an sich' machen, also die Rekonstruktion, die unser Gehirn vom Objekt macht, tatsächlich die objektive Realität widerspiegelt.

Nach *Kant* können wir und sollen wir zwischen zwei Arten von Erkenntnissen unterscheiden:

Jenen, die *a priori*, also unabhängig von der Erfahrung sind, und damit auch unabhängig von der sinnlichen Erfahrung, und jenen, die *a posteriori* sind und ihre Quelle eben in der Erfahrung haben.

Aus dieser Betrachtungsweise folgt, dass wir von den Dingen nur das *a priori* erkennen, was wir selbst in sie legen.

Die *Kant'sche* Auffassung impliziert, dass solche *a priori*-Strukturen, die für jede Art von Erkenntnis gelten, für alle Menschen und alle Zeiten festliegen. Dies bedeutet, dass solche Strukturen Erfahrung überhaupt erst möglich machen und daher durch die gemachte Erfahrung,

also *a posteriori* nicht mehr korrigiert werden.

Das heranwachsende Kind hat die *a priori*-Struktur der Raumwahrnehmung, aber noch keine Erfahrung im Umgang mit diesem Raum. Es gewinnt die Erfahrung, indem es z.B. Tiefe durch ständiges absichtliches Fallenlassen von Gegenständen auslotet. Es macht sich mit dem Raum also *a posteriori* vertraut, wobei ihm seine *a priori*-Strukturen dies erst möglich machen. Diese gewonnenen Kenntnisse korrigieren aber nicht die *a priori* Struktur, wie unsere Erfahrung mit eben diesen lieben Kleinen zeigt.

Da diese *Kant'schen* Rahmenbedingungen des Erkenntnisprozesses in keiner Weise hintergangen werden können, bleibt das 'Ding an sich', also die reale Welt, für uns prinzipiell unerkennbar. Dies führt zu der grundsätzlichen Frage, ob wir die Welt, in der wir leben auch so erkennen, wie sie tatsächlich ist. Dies war auch für mich zunächst eine Fragestellung, die ich spontan einmal mit 'ja' beantwortet hätte, da meine Erfahrung ja zeigt, dass die Welt, wie sie sich mir darstellt – und das wird Sie vielleicht überraschen – das kann ich nur hypothetisch voraussetzen – sich wohl auch Ihnen so darstellt, wie ich sie sehe, d.h. erkenne. Das bedeutet, dass meine und Ihre Wahrnehmungen, die zur Erkenntnis führen, subjektiven und auch individuell variablen Charakter haben.

Bereits bei der Interpretation von Wahrnehmungen werden wir feststellen, dass wir von manchen Dingen durchaus unterschiedliche Ansichten, d.h. Erkenntnisse, haben. Diese betreffen zwar nur graduelle Unterschiede wie z.B. die Geschmacklichkeit für einen guten Rotwein oder ein kaltes Bier. Sie zeigen aber, dass unser Wahrnehmungsapparat durchaus Variabilitäten zulässt, die durch die Erfahrung in ihn gelegt werden. Dies sind nach *Kant* aber keine Erkenntnisstrukturen, sondern Erfahrungen, die durch die Erkenntnisstruktur erst möglich gemacht werden.

Kant sagt also, dass im Gehirn des Menschen eine Struktur vorhanden ist und schon immer unverändert vorhanden war (immanentes Engramm), die uns die Fähigkeit zur Erkenntnis gibt. In der Konsequenz bedeutet dies aber, dass diese Struktur uns nur das erfahren lässt, d.h. von der äusseren, subjektiven Realität rekonstruiert, was eben diese Struktur an Erkenntnis zulässt.

Eine Fortentwicklung im Sinne einer Evolution dieser Struktur, d.h. eine evolutionäre Modifikation des Engramms, die den sich ändernden Umweltbedingungen Rechnung trägt, ist demnach unmöglich.

Anders verhält es sich mit der evolutionären Erkenntnistheorie, die annimmt, dass auch Erkenntnis, d.h. die Bildung

von Erkenntnisstrukturen, sich den Gesetzen der Evolution und damit den Umweltbedingungen, unter denen sie sich entwickelt hat, anpasst. Dies bedeutet, dass die evolutionäre Erkenntnistheorie zu erklären versucht, warum die objektive Realität und unsere subjektive Erfahrung – wenigstens partiell – zusammenpassen.

Um also die angenommene Evolution dieser Erkenntnisstrukturen verständlich zu machen, und um auch die Frage zu diskutieren, welche Bedeutung diese für unsere Ernährung und die damit sich befassende Wissenschaft haben, will ich die drei von der Erkenntnistheorie vorgegebenen unterschiedlichen Arten von Erkenntnissen erörtern:

Wahrnehmungserkenntnis, vorwissenschaftliche und wissenschaftliche Erkenntnis

Die Wahrnehmung ist selektiv, macht Erfahrung möglich und ist hypothetisch; das bedeutet, Wahrnehmung nimmt eine hypothetische Realität an, die dann durch die Erkenntnisstruktur in ein entsprechendes Wahrnehmungsmuster umgesetzt wird.

Wenn wir also einen bestimmten Geruch wahrnehmen, so bilden wir eine Hypothese, die annehmen lässt, dass dieser Geruch, z.B. von gebratenen Zwiebeln stammt, also diese zunächst hypothetische Wahrnehmungsverarbeitung mit einem schmackhaften Mahl assoziiert ist oder nicht. Die subjektive Realität, die mit den Strukturen der Erkenntnis erfahrbar wird, bestätigt oder verwirft diese Hypothese.

Wahrnehmung kann durch viele äussere Faktoren beeinflusst werden. So wird die Art und Weise, in der wir Geruch und Geschmack eines Nahrungsstoffes wahrnehmen, stark durch unsere persönliche Beziehung zu diesem Nahrungsmittel beeinflusst. Beispielsweise wird ein Polynesier eine Grille, einen Wurm oder eine Schlange, die er auf seinem Mittagstisch vorfindet, viel eher als Nahrung betrachten, als ein Mitteleuropäer, der darin gar keine Nahrung sondern einen lästigen Tischgenossen sehen würde.

Die Mannigfaltigkeit der Empfindungen (z.B. ich habe jetzt eine Empfindung salzig, bitter, süss) stellt noch keine Erkenntnis dar. Sie ist weder hinreichend strukturiert noch intersubjektiv prüfbar. Erkenntnis besteht also nicht in einer passiven Spiegelung der Welt im Bewusstsein, auch nicht im blossen Erleben, sondern kommt erst durch eine geistige Bearbeitung (Strukturierung) von Erlebnisinhalten zustande. Aber schon die Wahrnehmung (z.B. ich schmecke einen salzigen

Schinken, einen sauren Wein oder einen süssen Kaffee) beruht auf einer Verarbeitung und Synthese solcher Inhalte. Diese Synthesen sind aktive, wenn auch nicht notwendig bewusste Beiträge des Subjekts.

Die vorwissenschaftliche Erfahrung oder 'Alltagserkenntnis' stützt sich auf einen (meist unkritischen) Gebrauch von sprachlichen Mitteln, Verallgemeinerungen und induktiven Schlüssen (z.B. dieser Mann isst zu viel Fett, denn er ist fett), und übersteigt deshalb die Wahrnehmung. Gleiches gilt für die Aussage 'zu viel Fett macht krank'. Empirisch gesehen ist diese Aussage korrekt, wissenschaftlich betrachtet jedoch nicht, da es auf die Form des Fettes und weitere zusammen mit diesem Fett zugeführte Nahrung ankommt, ob dies krank macht oder nicht.

Die höchste Stufe ist die wissenschaftliche Erkenntnis (z.B. $E = mc^2$). Sie beruht auf Beobachtung und Experiment, wobei Abstraktionen, logische Schlüsse sowie Bildung und Prüfung von Hypothesen zu Grunde liegen können. In ihren Theorien geht die Wissenschaft über die Erfahrung weit hinaus. Oft richtet sie sich nicht nach Erfahrung, sondern schaltet diese sogar bewusst aus.

Wie haben nun diese verschiedenen Erkenntniskategorien unsere Evolution beeinflusst?

Das wissenschaftliche Denken kann nicht als bestimmender Faktor für die Evolution angesehen werden. Vielmehr haben vorwissenschaftliche Erfahrungen und Alltagsverstand die evolutive Anpassung beeinflusst. 'Wir dürfen deshalb annehmen, dass die subjektiven Strukturen der vorwissenschaftlichen Erfahrungserkenntnis, zu denen auch die Wahrnehmungsstrukturen gehören, der Umwelt angepasst sind, an der sie sich entwickelt haben. Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass diese Strukturen auf alle realen Strukturen passen oder auch nur zum richtigen Erfassen aller dieser Strukturen geeignet sind. Dies gilt nur für Strukturen, die überlebensadäquat erfasst werden mussten' (Vollmer). Überlebensadäquat aber bedeutet, dass wir nur die Strukturen erkennen, die uns ein Überleben in der Umwelt, in der wir leben, ermöglichen. Demzufolge müssten wir gerade die Strukturen der Ernährung 'erkennen', die uns ein Überleben ermöglichen.

Lassen Sie mich hier als Beispiel die sogenannten Empfehlungen, d.h. die RDA (Recommended Daily Allowances)-Werte bringen. Wir passen die Empfehlungen empirischen Beobachtungen mit Hypothesencharakter an, indem wir festhalten, dass eine bestimmte Menge Vitamin C notwendig ist, um Scorbut zu verhindern.

Die Erfahrung zeigt, dass dies richtig ist. Die Erfahrung zeigt jedoch nicht hinreichend, ob darüber hinausgehende Dosierungen von Vitamin C weitere gesundheitsfördernde und damit arterhaltende Effekte haben.

Im Sinne der Erkenntnistheorie stützt sich angewandte Wissenschaft auf Alltagserfahrungen, d.h. setzt fragliche Strukturen voraus. Die Alltagserfahrung sagt, dass Vitamin C zu einer Reduzierung von Erkältungskrankheiten führt. Die angewandte Ernährungswissenschaft kann dies, eben weil sie sich leider viel zu oft nur auf Alltagserfahrungen stützt, in gleicher Weise bestätigen oder bestreiten.

Wenn also die evolutionäre Erkenntnistheorie davon ausgeht, dass sich unsere Erkenntnis – d.h. unsere Möglichkeiten, uns in unserer Umwelt überlebensadäquat zu orientieren – den Gesetzen der Evolution folgend entwickelt hat, also die Erkenntnisstrukturen der realen Welt überlebensadäquat angepasst hat, so müsste dies für alle Faktoren gelten, die für das Überleben notwendig sind, also auch und in besonderem Masse für unsere Ernährung. Dies setzt einen Wahrnehmungsapparat voraus, der, da er für die Evolution von entscheidender Bedeutung ist, zur Bildung dieser Strukturen beitragen kann.

Unser Geruchs- und Geschmackssinn sollte daher nicht nur die Dinge erfassen, die, um ein Überleben zu sichern, Wahrnehmungen machen, die dem Überleben dienen, sondern auch solche erfassen, die es in Frage stellen.

Was unseren Wahrnehmungsapparat für Ernährung betrifft, so enthält dieser Komponenten, die gerade nicht überlebensadäquat sind, wie wir aus heutigen Untersuchungen wissen. So ist nur schwer zu verstehen, warum unser Geschmackssystem ganz besonders durch Fett in der Ernährung angeregt wird. Zugegebenermassen trägt Fett wesentlich zur Geschmacklichkeit bei, und eine Nahrung, die weniger als 20% Fett enthält, kann im Sinne der Geschmacklichkeit kaum noch als Ernährung bezeichnet werden. Dennoch wäre gerade eine solche Ernährungsweise, wie uns das Beispiel Japan zeigt, mit einer besonders hohen Lebenserwartung korreliert. Dies setzt andererseits die Frage voraus, ob Natur in ihrer evolutionären Entwicklung hohe Lebenserwartungen überhaupt als Selektionsvorteil annimmt. Gemäss den Gesetzen der Evolution genügt es, wenn sich das egoistische Gen reproduziert hat. Es ist aus dieser Sicht nicht erforderlich, dass im Anschluss daran weitere Jahre mit der überlebensadäquaten Aufnahme von Nahrung und damit auch mit dem Verbrauch von Ressourcen verbracht werden.

Die evolutionäre Welt des Neandertalers war kaum darauf ausgerichtet, Lebewesen zu entwickeln, die über ihre Fortpflanzung und Aufzucht hinaus hätten Bestand haben müssen. Die Entwicklung des Menschen über sein fortpflanzungsfähiges Alter hinaus bringt der Natur keinerlei Vorteil.

Aus dieser Sicht war es ausreichend, dass wir bis zum 40. Lebensjahr essentielle Nährstoffe lediglich soweit zuführten, dass sie zum Überleben ausreichten. Krebs, Arteriosklerose, rheumatische Erkrankungen usw. sind typische Erkrankungen des höheren Lebensalters und daher für die Evolution uninteressant. Somit erübrigt sich, bezogen auf diese Frage, die Diskussion, ob wir über Erkenntnisstrukturen verfügen, die der selektiven Aufnahme von Nahrungsbestandteilen dienen, die im Bezug auf diese Erkrankungen als präventiv gelten.

Über welche angeborenen Strukturen der Erkenntnis verfügen wir? Gehören Strukturen, die unsere Ernährung, also die Nahrungswahl, betreffen, überhaupt dazu? Erkennen wir in einem Gegenstand, ohne dass wir mit diesem vorher Erfahrungen gemacht hätten, ob es sich um eine Komponente der Ernährung handelt oder nicht? Wohl kaum!

Strukturen der Erkenntnis wurden für Farb-, Raum- und Gestaltwahrnehmung nachgewiesen. Die evolutionäre Erkenntnistheorie behauptet aber, dass nicht nur Wahrnehmungs-, sondern auch allgemeinere Strukturen der Erkenntnis angeboren sein sollten, also u.U. auch Strukturen, die die Erkenntnis der Ernährung betreffen und evolutiv entwickelt wurden.

Worin besteht also das Wesen der Erkenntnis? Lässt die Entwicklung der Erkenntnis überhaupt Komponenten der Ernährung zu?

Es ist nicht anzunehmen, dass die Evolution der Erkenntnis anderen Gesetzen unterliegt als alle anderen evolutionären Prozesse. Allen Problemlösungen und allen Erkenntnisprozessen liegt ein und dasselbe Schema zu Grunde: Variation und Selektion, gefolgt von Vorgängen oder Massnahmen zur Erhaltung des Erreichten.

Jeder Organismus filtert (selektiert, schneidet) aus der realen Welt ein Stück heraus, das ihm, überlebensadäquat, zur Umwelt wird. Für einzellige Parametien z.B. gibt es nur eine einzige Reaktion, mit der die auf verschiedene Stimuli (chemische, thermische, Licht- oder Berührungseize) reagieren, nämlich die Flucht. Räume, Gegenstände, Tiere existieren gar nicht für dieses Lebewesen. Ist der Gegenstand kleiner als der Einzeller selbst, so wird es diesen Gegenstand u.U. aufnehmen, filtern und, sofern Nahrungsbestandteile

verwertbarer Art vorhanden sind, diese in sich aufnehmen. Eine Selektion der Nahrungsbestandteile im eigentlichen Sinne kann hier also nicht stattfinden.

Für die Seegurke ist es ohne Bedeutung, ob eine Wolke, ein Schiff oder ein wirklicher Fressfeind die Sonne verdunkelt. Sie zieht sich bei jeder Verdunklung zusammen. So mag die Umgebung der Seegurke zwar recht vielfältig sein; ihre erfahrbare Umwelt enthält nur ein Merkmal: das Dunklerwerden. Erst mit der Fähigkeit, chemische Reize in Wahrnehmungen von Geschmack und Geruch umzusetzen, erwirbt ein Lebewesen die Möglichkeit zur Selektion von Nährstoffen. Damit aber wird seine evolutionäre Entwicklung über diesen Erkenntnisapparat beeinflusst.

Gibt es Hinweise auf selektive Erkenntnis von Nahrungsbestandteilen?

Auf sehr niedrigem Niveau der Entwicklung des Lebens scheint es Strukturen zu geben, die sich spezifisch mit der Erkenntnis von Nahrungsbestandteilen auseinandersetzen scheinen und so die überlebensadäquate Entwicklung und Evolution beeinflussen. So wurde gezeigt, dass ein Bakterium, welches Histidin synthetisierte und dann als Histidin-defiziente Mutante gezüchtet worden war, in der Gegenwart von Histidin sich sehr viel schneller vermehrte als der Histidin synthetisierende Wildtyp. Dies zeigt, dass die Möglichkeit zur Selektion einzelner Nahrungsbestandteile einen Vorteil für das Wachstum und die Vermehrung der Art bringt, der evolutionär genutzt wird. Das heisst, der Verlust der energieaufwendigen Biosynthese einiger Nährstoffe ergibt dann einen Selektionsvorteil, wenn diese Nährstoffe frei verfügbar sind oder aber gezielt ausgewählt werden können. Es ist daher interessant zu überlegen, ob nicht mit diesem Verlust gleichzeitig Strukturen geschaffen wurden, die diesen Nährstoff selektiv aus der Umwelt aufnehmen. Dies führt erneut zum Problem der Erkenntnisstrukturen.

Die Ernährungswissenschaft hat sich bisher mit der Frage, ob es Wahrnehmungsstrukturen gibt, die unserer nutritiven Umwelt angepasst sind, nicht beschäftigt. Sie hat demnach auch nicht versucht herauszufinden, ob solche hypothetische Wahrnehmungsstrukturen der biologischen Umwelt, d.h. den darin befindlichen Nahrungsbestandteilen, tatsächlich angepasst sind. Die Erkenntnistheorie sagt uns, dass unsere subjektiven Erkenntnisstrukturen deshalb auf die Welt passen, weil sie sich im Laufe der Evolution in Anpassung an diese reale Welt herausgebildet haben und nur so ein Leben in dieser Welt ermöglichen.

Um es bildhaft auszudrücken: Der Affe, der auf der Suche nach Nahrung nach der roten Beere springt, aber keine realistische Wahrnehmung von dem Ast hat, an den er springt, war bald eine toter Affe und gehört daher nicht zu unseren Urahnen. Ähnlich verhielte es sich mit dem Affen, der zur Stillung seines Durstes nur feste Speisen verzehrt, da er Flüssigkeiten nicht erkennt.

Wenn wir unterstellen, dass es auch eine evolutionär angepasste Struktur für Ernährung gibt, so müssen wir damit auch die Frage beantworten, welche Komponenten der Ernährung wir *a priori* erfassen, und ob solche Strukturen Elemente der Erkenntnis sind, also erfahrungskonstitutiv, d.h. Erfahrung möglich machen.

Genügendes möglicherweise, die räumliche Struktur zu erkennen und dadurch Nahrung zu finden? Das wäre sicherlich zu einfach. Wir wissen heute durch wissenschaftliche Erkenntnis, dass Nahrung essentielle Bestandteile enthält, deren Verzicht zu mehr oder weniger ausgeprägter Fehlernährung führt und damit mit dem Leben nicht vereinbar ist. Warum, so muss man fragen, hat die Natur keine erkennbaren Strukturen gebildet, die es den Menschen erlauben, gezielt im Rahmen ihrer Erkenntnisstrukturen Komponenten der Nahrung auszusuchen, um so den Bestand der Art besser zu sichern. Dies wäre zweifellos ein Selektionsvorteil gewesen, der sich dann auch durchgesetzt hätte. Oder besteht gerade in der weitgehend unregelmäßigen Aufnahme verschiedenster Nahrungsbestandteile der Selektionsvorteil gegenüber Arten, die ihre Nahrung selektiv aufnehmen. Wieso ist unser Wahrnehmungsapparat für Ernährung so schwach ausgebildet?

Wenn wir solche Strukturen nicht besitzen, so muss man überlegen, wie die Natur das Problem gelöst hat, dass jedes Lebewesen die für sein Überleben notwendigen Komponenten in ausreichender Menge und sinnvoller Kombination aufnimmt.

Bei diesem Modell (*Abb. 1*), welches in seinen einzelnen Schritten für den Menschen noch nicht gesichert ist, wird also die Kohlenhydrataufnahme in Verbindung mit anderen essentiellen Nahrungsbestandteilen, die wir bevorzugt aus tierischem Eiweiss aufnehmen, gesteuert. Wenngleich eine exakte Erkenntnis fehlt, so kennen doch manche die Erfahrung, dass sie nach einem Kohlenhydratschub in Form einer oder mehrerer Stücke Kuchen kurze Zeit später die Lust auf Wurst oder allgemein etwas Herzhaftes verspüren. Liegt hier vielleicht ein retrograder Mechanismus zur Hemmung weiterer Kohlenhydrataufnahme vor?

Abb. 1. Sättigungsmechanismus

Mit der Zufuhr von Proteinen mit der Nahrung werden die Bausteine für die körpereigene Proteinsynthese geliefert. Im Blut treten diese Bausteine nach der Resorption in Form einzelner Aminosäuren auf. Von besonderem Interesse für die angenommenen Regulationsmechanismen sind dabei die langkettigen, neutralen Aminosäuren (LNAA) und die Aminosäure Tryptophan (TRP). Da Tryptophan oft in geringeren Mengen in den Nahrungsproteinen vorkommt, ist das Verhältnis TRP zu LNAA klein. Dies ist insofern von Bedeutung, da diese Aminosäuren gemeinsam um die Transportmechanismen über die Blut-Hirn-Schranke (BHS) in das Gehirn konkurrieren. Folglich wird eben wegen dieser Konkurrenz weniger TRP in das Gehirn gelangen. TRP wird im Gehirn aber zur Synthese des Neurotransmitters Serotonin (5HT) benötigt. Steht wenig TRP zur Verfügung, so ist die resultierende Serotoninkonzentration im Bereich der Synapsen (Nervenübertragungsstellen) klein. Dieses resultiert in einem 'kleinen' Signal, was die Auslösung von Kohlenhydrathunger zur Folge hat. Die Aufnahme von Kohlenhydraten erzeugt eine Insulinausschüttung. Insulin bewirkt nun eine verstärkte Aufnahme von Aminosäuren in die Zellen. Folglich werden LNAA in die Zellen aufgenommen, ihr Blutspiegel sinkt; da aber Tryptophan als einzige Aminosäure an Albumin gebunden, im Blut zirkuliert, ist die Aufnahme dieser Aminosäure sehr viel geringer. Die Konsequenz ist eine deutliche Vergrößerung des TRP/LNAA-Quotienten mit der Folge, dass mehr TRP die BHS passiert und damit ein 'grosses' Signal erzeugt wird, was zur Hemmung der Kohlenhydrataufnahme führt.

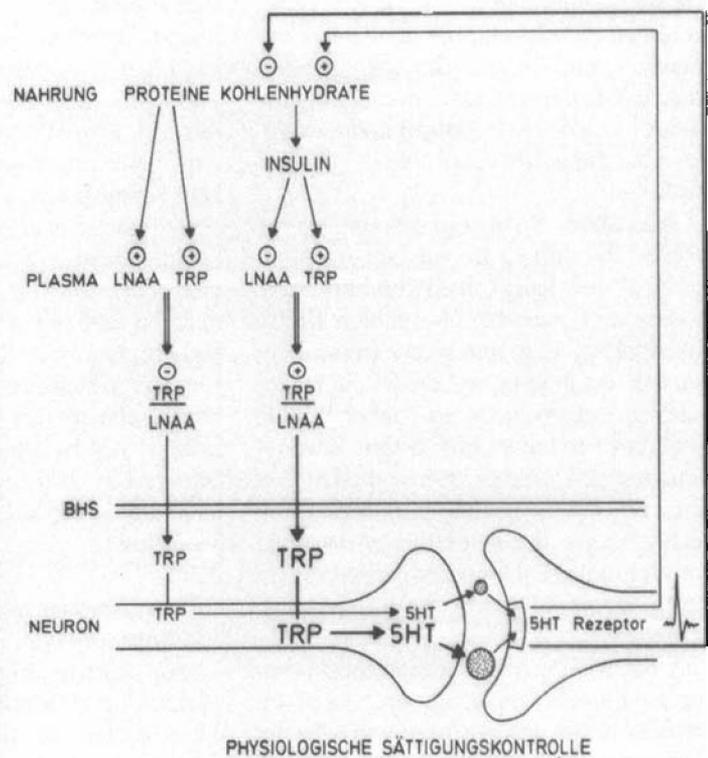
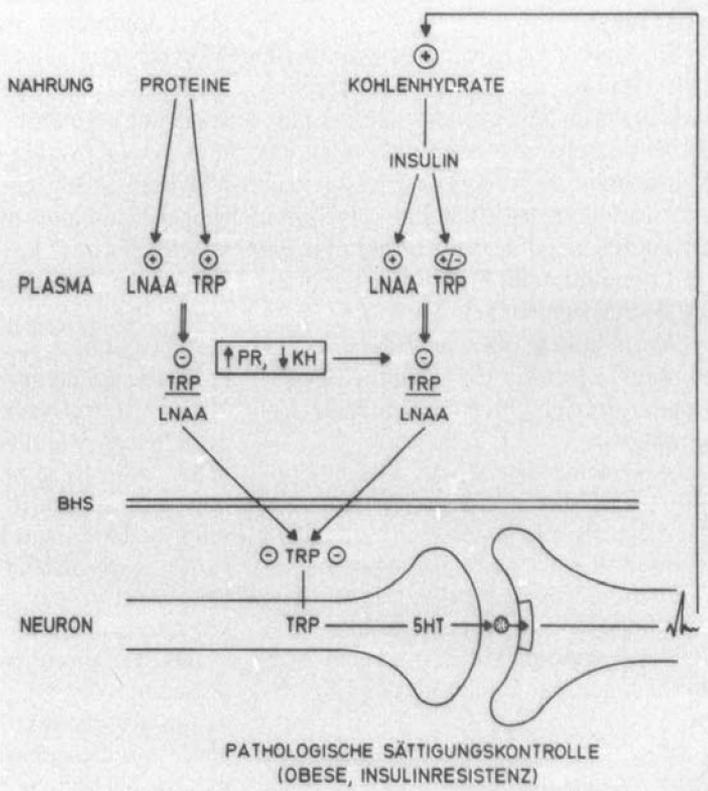


Abb. 2. Gestörter Sättigungsmechanismus

Für die in der Abb. 2 dargestellten Wege gilt grundsätzlich dasselbe wie in Abb. 1. Im Unterschied zur Kontrolle der Kohlenhydrataufnahme beim Stoffwechselgesunden findet sich bei manchen Übergewichtigen scheinbar eine Störung der Kohlenhydrataufnahme, die sich aus dem Modell wie folgt erklären lässt: Zunächst erzeugt die Aufnahme von Proteinen ein 'kleines' Signal, was zur Auslösung von Kohlenhydrathunger führt. Die Aufnahme von Kohlenhydraten hat eine Ausschüttung von Insulin zur Folge. Nun findet sich aber bei vielen Übergewichtigen eine Insulinresistenz, d.h. die Aufnahme von Aminosäuren in die Muskulatur ist verringert, die LNAA bleiben also relativ erhöht. Gleichzeitig ist die Hemmung der Lipolyse durch Insulin nicht ausreichend gegeben, so dass vermehrt freie Fettsäuren im Blut auftreten. Diese verdrängen das TRP aus seiner Bindung an das Albumin, so dass trotz verringerter Aufnahme von Aminosäuren in die Zelle in Relation zum Zustand bei Stoffwechselgesunden eine geringere TRP-Konzentration im Blut resultiert. Die Folge ist ein sehr kleiner TRP/LNAA-Quotient mit der Folge eines weiterhin 'kleinen' Signals und dadurch fehlender Hemmung der Kohlenhydrataufnahme. Besonders ungünstig für diese Sättigungsregulation ist es, wenn grosse Proteinmengen (Steak) mit sehr kleinen Kohlenhydratmengen (kleine Kartoffeln) aufgenommen werden. Dies resultiert in einer weiteren Verringerung des TRP/LNAA-Quotienten und löst bei manchen Übergewichtigen kurz nach der Mahlzeit wahre Heisshungerattacken auf Kohlenhydrate aus, was durch die Erfahrung bestätigt wird.



Bei Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels, wie der peripheren Insulinresistenz (besonders bei Adipositas), bei der die Wirkung des Insulins herabgesetzt und damit der Blutzuckerspiegel nicht adäquat herunterregelt wird, lässt sich durch die dargestellten Mechanismen der Sättigungskontrolle die oft beobachtete Ent-

gleisung der Kohlenhydrataufnahme interpretieren (Abb. 2).

In den beiden vorgestellten Modellen sind Wahrnehmung und adaptive Kontrolle allerdings nur schwer auseinanderzuhalten.

Geht man davon aus, dass die Regulation der Kohlenhydrataufnahme durch eine

a priori Struktur gegeben ist, so besteht ihre a posteriori Erkenntnis darin, dass wir die Erfahrung machen, dass unser Wahrnehmungsapparat bestimmte Formen von Kohlenhydraten als schmackhaft empfindet oder nicht. Dies wird jedoch kaum zu einem Selektionsvorteil führen, der dann als Erkenntnis a priori festgelegt wird.

Die genetisch determinierte 'Naschkatze' ist zwar denkbar, dieses Gen würde allerdings keinerlei Selektionsvorteil bieten.

Verneint man das Vorhandensein einer Erkenntnisstruktur für Ernährung, so könnte man folgern, dass eine fehlende Erkenntnisstruktur, eben weil sie fehlt, zu biochemischer Adaptation geführt hat, um so überlebensadäquat an die Umwelt angepasst zu sein.

Um eine solche Frage näher zu untersuchen, sind Forschungen am komplexen Organismus erforderlich. Dabei muss ich mir als Vertreter einer angewandten Wissenschaft bei der Kenntnis der beschränkten Anwendbarkeit meiner *a priori* Erkenntnis aber die Frage stellen, wie es um die Anwendung eben dieser Erkenntnisstrukturen auf die Möglichkeiten der wissenschaftlichen Erkenntnis steht.

Es ist eines der wichtigsten Gesetze der Evolutionstheorie, dass die Anpassung einer Spezies an ihre Umwelt nie ideal ist. Unser Erkenntnisapparat wird nur den Umweltbedingungen gerecht, unter denen er sich entwickelt. Er passt demnach nur auf die Welt der mittleren Dimensionen, d.h. auf die Dimensionen, die überlebensadäquat erfasst werden mussten. Diese Welt der mittleren Dimensionen ist die Welt unserer Vorfahren, deren Erkenntnisapparat ausreichte, um diese Welt als in sich geschlossen zu erfahren und darin zu überleben. Plötzliche Sprünge innerhalb dieser Welt hat es ebensowenig gegeben wie Erfahrungen über den Hintergrund von Phänomenen, die wir heute mit den modernen Methoden der Naturwissenschaft erklären können. Der Erkenntnisapparat eben dieser Vorfahren war ausreichend, um in dieser Welt der mittleren Dimensionen zu überleben, d.h. er war überlebensadäquat angepasst.

Dies bedeutet aber auch, – und nun komme ich zu der Frage der Objektivität wissenschaftlicher Erkenntnis –, dass unsere Erfahrungen, die durch diese Erkenntnisstrukturen überhaupt erst möglich werden, in den ungewohnten Dimensionen des Mikrokosmos und des Megakosmos versagen müssen, bzw. zu Fehlleistungen führen müssen, was wiederum die wissenschaftliche Erfahrung zeigt.

'Aber es sind eben nicht nur Strukturen der modernen Mathematik und Physik, bei denen unser Anschauungsvermögen versagt. Es gibt einen zweiten grossen Bereich, in dem es uns verlässt: die Biologie. Hier sind es nicht die Abmessungen der Objekte, die Grösse oder Kleinheit der Grundkonstanten und auch nicht deren Grenzcharakter; es ist die Kompliziertheit der organismischen Systeme. Es ist nicht die Zahl der Bestandteile, sondern die Vielfalt ihrer Wechselwirkungen zwischen den Systemen' (Vollmer). Diese Vielfalt

macht sich vor allem darin bemerkbar, dass es nicht möglich ist, aus der Kenntnis der Bausteine auf das Verhalten oder die Funktion des Gesamtsystems zu schliessen, wenngleich dies viel zu oft versucht wird.

Einen Artgenossen erkennen wir als makroskopisches Objekt, er ist dank der Möglichkeiten unseres an diese mittleren Dimensionen angepassten Erkenntnisapparates hörbar, fühlbar, sichtbar usw. Aber seine grundlegende Ordnung, die mechanistische und funktionelle Anordnung seiner Teile, ist eben gerade deshalb nicht mit diesen, unseren Erkenntnisstrukturen erfahrbar. Jeder Organismus ist durchstrukturiert bis hinunter auf die mikrokosmische molekulare Ebene, für die unser Erkenntnisapparat nicht angelegt ist. Das Problem – das Versagen der Anschauung, welches sich besonders in der modernen Biologie bemerkbar macht – kann nur durch enge und kritische Verflechtung mit dem makroskopischen Bereich, für den unsere Erkenntnisstrukturen gemacht sind, einer genäherten, aber letztlich immer noch hypothetischen, weil subjektiven Lösung zugeführt werden.

Aus all dem würde nun eine sehr pessimistische Einstellung bezüglich der Zuverlässigkeit unserer Erfahrungsstrukturen folgen.

Was bleibt an Objektivem übrig?

Wir glauben, die Welt zu erforschen, und finden nichts als Subjektivität. Müssen wir die *Kant'sche* Position akzeptieren, nach der wir sämtliche Strukturen der Erkenntnis selbst beisteuern, also keine Möglichkeit hatten und haben, unsere primatenhaften Erkenntnisstrukturen an die sich ändernden Umweltbedingungen anzupassen? Bleibt demzufolge Erkenntnisstruktur ein immanentes Engramm, dem wir ausser unserer, auf das individuelle biologische Dasein beschränkten Erfahrung nichts beisteuern können? Erfahrungsmodifizierte Engrammerweiterung bleibt demnach neurobiologisch gesehen nichts weiter als individuell unterschiedlich ausgeprägte Variabilitätsmöglichkeit (wahrnehmungsorientierte Synaptogenese, individuelle Priorität von Engrammen in bestimmten Bereichen) bestehender Strukturen.

Bleiben wir bei dieser Position, so müssen wir festhalten, dass uns eine Anpassung unserer Erkenntnis an die sich ändernden Umweltbedingungen nicht möglich war und sein wird. Dazu muss man allerdings auch die Frage stellen, ob in unserer nutritiven Umwelt Veränderungen eingetreten sind, die eine solche evolutionäre Anpassung überhaupt notwendig gemacht hätten. Aus der Sicht des Ernährungswissenschaftlers hat es gravie-

rende Veränderungen in der Ernährung erst in den letzten Jahrhunderten gegeben – ein Zeitraum, der für evolutionäre Anpassungen vernachlässigbar gering ist. Allerdings gibt es Beispiele, die solche Anpassungsmechanismen zeigen, und die auch evolutionär im Zuge der Selektion umgesetzt worden sind.

Die Kombination aus Hellhäutigkeit und der abnormalen Expression von Lactase bis ins Erwachsenenalter, die vorwiegend in Nordeuropa anzutreffen ist, stellt gemessen an der Häufigkeit der Lactose-Intoleranz und Dunkelhäutigkeit eine Minderheit dar. Diese Kombination hat jedoch die Kalziumversorgung gesichert, da der dunkelhäutige Mensch, der aus der Nähe des Äquators kommt, in den sonnenärmeren Regionen nur durch Aufhellung seine Vitamin-D-Synthese in der Haut sicherstellen konnte, was wiederum für die Kalziumresorption von Bedeutung ist. Durch die Möglichkeit der Aufnahme von Lactose, die ebenfalls die Kalziumresorption wesentlich verbessert, konnte er auf diese Weise der Entwicklung von Rachitis und Osteomalazie vorbeugen. Der hellhäutige Nordeuropäer war also auf die Milchzufuhr angewiesen, so dass sich das abnormale Gen für die Lactase-Expression mit der Entwicklung der Milchwirtschaft vor ca. 10 000 Jahren durchsetzen konnte. Bei Indern, bei denen nur eine niedrige Lactose-Toleranz vorliegt, ist die Ursache für diese 'normale' Entwicklung darin zu sehen, dass ausreichend kalziumhaltige Gemüse zur Verfügung standen, so dass der Milchkonsum eher gering war. Die dunkelhäutigen Inder sind also keine grossen Milchtrinker, weil dafür keine Notwendigkeit besteht.

Die Verteilung der Lactose-Intoleranz und die angenommenen Ursachen zeigen exemplarisch, dass unterschiedliche Erkenntnisse bzw. genaue Erfahrungen in Bezug auf einzelne Nährstoffe adaptiv umgesetzt werden. Der Erkenntnisprozess als solcher führt also nicht zu einer evolutionären Veränderung der *a priori*-Strukturen sondern zu einer biochemischen Anpassung im Sinne der natürlichen Selektion. Ist es also überhaupt denkbar, dass wir angeborene Erkenntnisse zu Bestandteilen der Ernährung haben, die über Hunger- und Durstgefühl hinausgehen?

Die Evolution hat hier zu einer überlebensadäquaten Anpassung geführt, wobei sowohl Erfahrung als auch Erkenntnis als auslösende Faktoren angesehen werden können. Dies impliziert jedoch nicht, dass diese *a posteriori* gewonnene Erkenntnis den *a priori* Erkenntnissen hinzugefügt wird. Ein Mensch, der Milch nicht kennt, wird erst aus der Erfahrung, dass er sie nicht verträgt, auf sie verzichten. Uns fehlt demzufolge der Wahrnehmungsapparat,

der uns in einem Nahrungsmittel Komponenten aufzeigt, die uns nützen oder aber schaden können.

Es haben sich also offensichtlich keine Wahrnehmungsstrukturen entwickelt, die spezifisch einen Nährstoff oder mehrere erfassen bzw. diskriminieren, sondern visuelle und auditive Systeme, die die Nahrungssuche ermöglichen, was konsequenterweise zur Verkümmern einer selektiven Erkenntnis, sofern es diese gab, von Nährstoffen führen musste.

Ist eine solche Erkenntnis, die die selektive Aufnahme sichern würde, überhaupt erforderlich, d.h. ein evolutionärer Selektionsvorteil?

Durch Anpassung der Sinnesorgane mittels Empfindlichkeitsschwellen an ihre Umwelt wird verhindert, dass unnötige Informationen überhaupt das Verarbeitungsorgan erreichen. So ist unser Hörorgan mit verschiedenen Filtern ausgerüstet, die einmal eine Impedanzanpassung gewährleisten (Gehörknöchelchenkette) und damit störende Nebengeräusche (z.B. Erschütterungen) herausfiltern und zum anderen, auf der Ebene der Neuronen des Innenohres im Sinne eines Bandpassfilters, das uns ständig umgebende molekulare Grundrauschen eliminieren. Bei der Ernährung können wir eine solche Selektion nicht beobachten. Vielmehr sind manche hochgiftige Substanzen durchaus schmackhaft, wie sonst könnte man ein Knollenblätterpilzragout auf Rehrücken an Rahmsauce mit grossem, jedoch leider nur sehr kurzem Genuss verzehren? Oder umgekehrt, warum merken wir nicht, wenn uns bestimmte Vitamine oder Spurenelemente fehlen? Ist unser Nahrungswahrnehmungsapparat hierfür nicht ausgebildet, oder hat er zur Entwicklung anderer Wahrnehmungsstrukturen geführt, die von der Evolution dann anders genutzt wurden?

Wie steht es um die Evolution unserer Wahrnehmungsstrukturen, die Voraussetzung für einen, wie auch immer gearteten Erkenntnisapparat sind?

Die Entwicklung des Sehens kann illustrieren, wie Sinnesorgane – elementare Erkenntnisapparate – evolutiv entstehen können.

Vollmer gibt hierzu das folgende Beispiel: Auf der ältesten Stufe der Evolution sehen sich Bakterien aufgrund von Überbevölkerung (übrigens ein wesentlicher evolutionärer Faktor) mit einer Versorgungskrise konfrontiert. Sie lösen das Problem, indem sie die Photosynthese erfinden: Ein Verfahren, um Sonnenenergie in chemische Energie umzuwandeln. Der Problemlösung liegt die Annahme zu Grunde, dass es 'essbare' Strahlung gibt.

Die Problemlösung führt zu einem Folgeproblem, einer Information – bzw. Erkenntnisproblem: Wie findet man Zonen mit geeigneter Strahlung? Die Bakterien lösten dieses Problem, indem sie den Phototropismus erfanden. Ihm liegt die Vorstellung zu Grunde, dass in verschiedenen Zonen die Strahlung verschieden ist, so dass es sich lohnt, sich zu bewegen. Für die Halobakterien heisst das, Wassertiefen auszusuchen, wo UV-Strahlung nicht mehr schaden kann, und möglichst viel 'essbare' Strahlung (im Farbbereich grün-orange) vorhanden ist. Hier entwickelte sich also eine erste Vorstufe des Farbensinnes. Die Lösung ist elegant, weil diejenige Strahlung, die durch phototropische Bewegung gesucht und gefunden wird, automatisch 'essbare' Strahlung ist.

Bakterielle Photorezeptoren in verschiedenen Pigmenten ändern dann die gesamte Umwelt. Ihr Abfallprodukt, Sauerstoff, produziert schliesslich den Ozonschirm, und damit wird das Land bewohnbar. Es bildet sich eine Art Beute-Jäger-Verhältnis heraus, dessen Resultat endosymbiotische Organismen sind, die sich ein Cyanobakterium inkorporiert haben, damit dieses mittels Photosynthese Energie liefert und als Lichtdetektor fungiere. Aus diesen Organismen entwickelten sich teils Organismen, die sich auf das Energieproblem spezialisierten (Pflanzen) und teils solche, die sich auf das Erkenntnisproblem spezialisierten – algenjagendes Protozoen. Für diese Tiere ist es ökonomischer, sich Carotin enthaltende Bakterien und Pflanzen einzuverleiben, als das Carotin in aufwendiger Biosynthese selbst herzustellen. Sie gehen dabei von der Theorie aus, dass dort, wo viel Licht ist, es auch viel Algen gibt. Sie haben deshalb das Problem, herauszufinden, wo es Licht gibt. Die Problemlösung ist eine Vorstufe zum tierischen Sehen. Man kann so zeigen, dass der Sehsinn auf der Suche nach Nahrung und nicht aus der Suche nach Information entstanden ist.

Wenn also unsere Erkenntnisstrukturen der Zeit der frühen Hominiden oder noch viel früheren Zeiten entstammen, so lässt sich möglicherweise auch die Frage beantworten, wie sich Lucy, deren Fussabdruck in Zentralafrika gefunden wurde, vor geschätzten 5 Millionen Jahren ernährt hat, und ob daraus eine *a posteriori* gemachte Erkenntnis resultiert, die wir heute als *a priori* Erkenntnis nutzen. Es geht dabei in der klassischen Ernährungswissenschaft um die Frage, ob der Mensch – und dies ist nicht primär eine Frage des Verhältnisses Dünndarmlänge zu Rückgratlänge, wie gerne behauptet wird – ursprünglich Vegetarier war, oder schon immer die gemischte Kost gewählt hat.

Wir wissen heute, dass zahlreiche Affenarten nicht nur Insekten verzehren, sondern aktiv Kleinwild jagen. Paviane sind besonders eifrige Jäger. Im Laufe eines einzigen Beobachtungsjahres in Kenia erlebte Robert Harding 47mal, dass Paviane kleine Wirbeltiere töteten und fressen, darunter Gazellenkitze und Antilopenkälber. Wann immer sie die Wahl hatten, so William Hamilton, gaben die Paviane, die er in Namibia und Botswana beobachtete, immer tierischer Nahrung den Vorzug; an zweiter Stelle rangierten Wurzeln, Gräser, Früchte und Blüten; und an dritter Stelle kam Laubwerk und Gras (Harris).

Aufgrund von Beobachtungen im Gomben-Nationalpark in Tansania, die sich über ein Jahrzehnt erstreckten, schätzt Gesa Teleki, dass Schimpansen etwa 10% ihrer Zeit mit der Jagd nach kleinen Säugtieren verbringen – zumeist nach jungen Pavianen, anderen Affenarten und Buschschweinen. Teleki schätzt, dass die erwachsenen Männchen etwa einmal alle 14 Tage Fleisch fressen (Harris).

Die Bedeutung der tierischen Nahrung für die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren, Vitaminen, besonders A und B12, wird durch die Tatsache unterstrichen, dass unsere Vorfahren bis vor etwa 10000 Jahren die Gewinnung tierischer Rohstoffe kaum kannten. Zu diesem Zeitpunkt aber waren bereits die Strukturen festgelegt, die die Nahrungswahl beeinflussen. Es handelt sich hierbei im wesentlichen um adaptive Vorgänge wie die Speicherbarkeit essentieller Nährstoffe, die dem Organismus möglicherweise nicht regelmässig, weil sie bevorzugt mit tierischer Nahrung (z.B. Vitamin A) aufgenommen wurden, zur Verfügung standen. Da uns eine Erkenntnis für solche essentiellen Nährstoffe offensichtlich fehlt, war es von Bedeutung, einer Unterversorgung vorzubeugen. Dies geschah einerseits durch komplizierte und selektive Resorptionsmechanismen (Vitamin B12), Transportvorgänge (Eisen), oder aber durch Speicherung und Kontrolle der Verteilung (Homöostase), was besonders bei Vitamin A deutlich wird. Eine ausschliessliche Zufuhr von vegetabilen Bestandteilen kann nur dann die Vitamin-A-Versorgung über das Provitamin (β -Carotin) sicherstellen, wenn selektiv Nahrung mit hohem β -Carotingehalt aufgenommen wird. Zur Füllung der Vitamin-A-Speicher der Leber reicht eine reine β -Carotinversorgung nur bedingt aus. Erst die Aufnahme von tierischen Produkten, besonders Leber, sichert eine ausreichende Vitamin-A-Zufuhr, die für längere Zeit (6–12 Monate) für ausreichend gefüllte Speicher sorgt. Gerade an diesem Vitamin lässt sich exemplarisch die Bedeutung einer Sicherung der Zufuhr bei fehlender

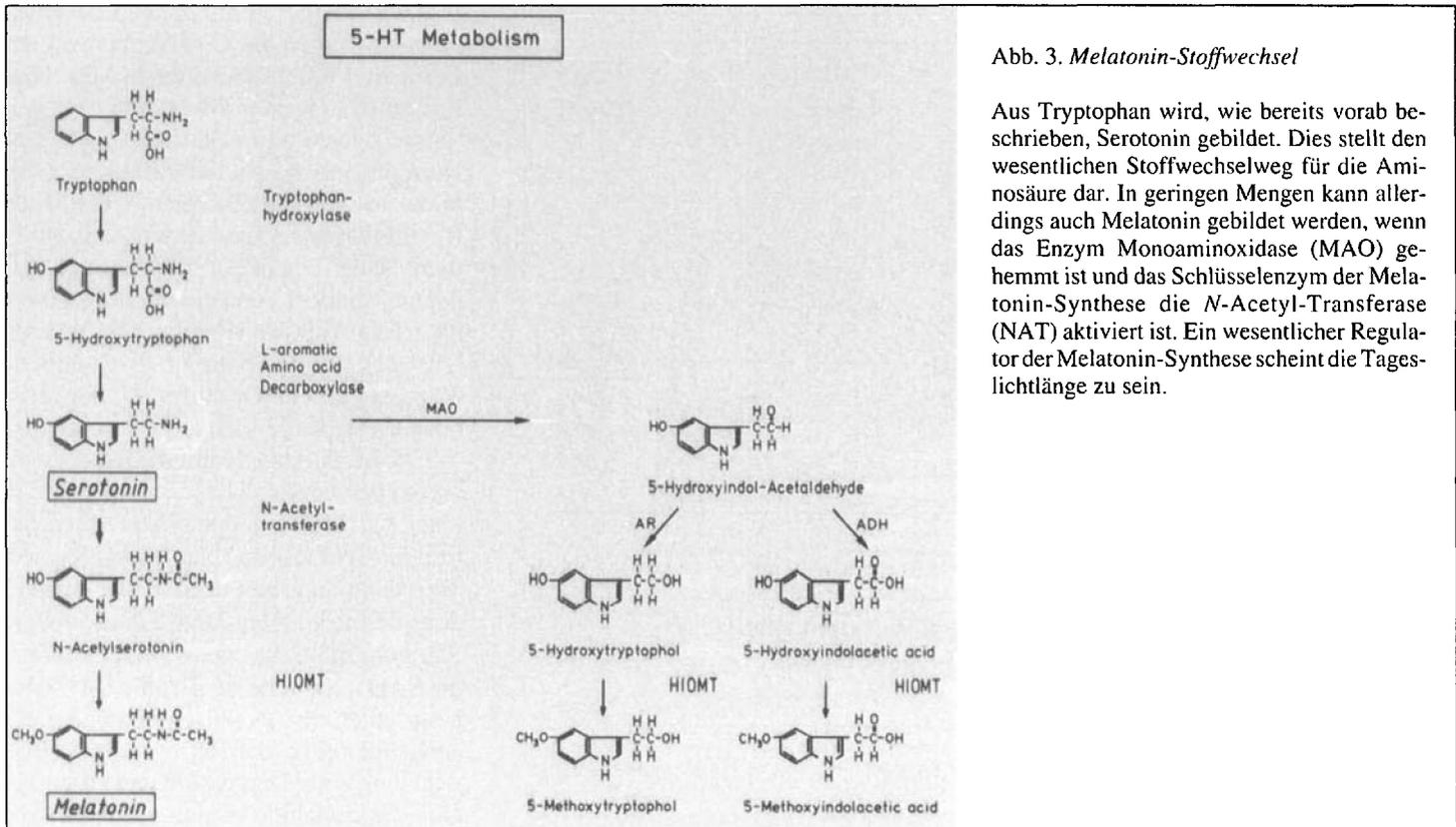


Abb. 3. Melatonin-Stoffwechsel

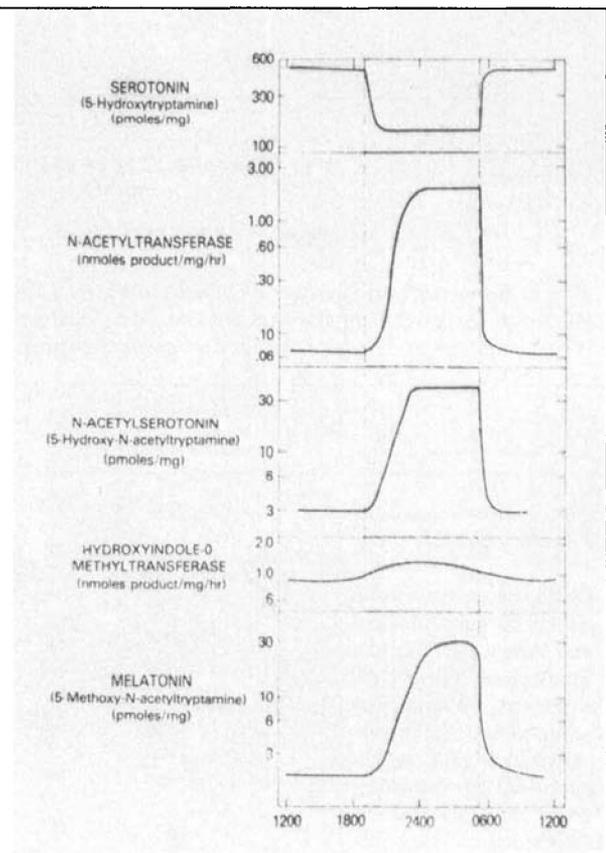
Aus Tryptophan wird, wie bereits vorab beschrieben, Serotonin gebildet. Dies stellt den wesentlichen Stoffwechselweg für die Aminosäure dar. In geringen Mengen kann allerdings auch Melatonin gebildet werden, wenn das Enzym Monoaminoxidase (MAO) gehemmt ist und das Schlüsselenzym der Melatonin-Synthese die *N*-Acetyl-Transferase (NAT) aktiviert ist. Ein wesentlicher Regulator der Melatonin-Synthese scheint die Tageslichtlänge zu sein.

Möglichkeit zur gezielten Auswahl durch entsprechende metabolische Adaptation zeigen. Dieses Vitamin wird nicht nur für den Sehvorgang benötigt, sondern reguliert Wachstum und Differenzierung vieler Gewebe durch Interaktion mit gewebespezifischen Kernrezeptoren. Die Regulation dieser essentiellen Vorgänge betrifft aber auch die gesamte Entwicklung des biologischen Systems der Säuger. So lässt sich zeigen, dass dieses Vitamin als erstes nachgewiesenes Morphogen die Bildung der Extremitäten und eventuell auch weiterer Strukturen steuert. Das dies nicht eine Leistung der höheren Organismen darstellt, belegen Untersuchungen, mit denen wir in jüngster Zeit zeigen konnten, dass selbst Schwämme ihre zelluläre Differenzierung und Morphogenese über einen Vitamin-A-abhängigen Weg auf Kernebene steuern (*Biesalski*). Es musste, sofern nicht eine spezifische Erkenntnisstruktur für dieses Vitamin vorhanden war, also eine Lösung gefunden werden, die Zufuhr dauerhaft und unter nahezu jeder Umweltbedingung sicherzustellen. Die Lösung der Evolution war es, Speicher und komplexe homöostatische Kontrollmechanismen auf systemischer wie zellulärer Ebene zu schaffen.

Bleibt also die Frage, ob unser Wahrnehmungsapparat überhaupt über die Fähigkeiten verfügt, Erkenntnisse zu gewinnen und diese *a posteriori* den *a priori* Strukturen evolutionär hinzuzufügen. Oder sind die einzigen *a priori* Strukturen Hunger und Durst, die wir im *Kantschen* Sinne *a priori* haben? Die Strukturen, die wir

Abb. 4. Zirkadiane Rhythmen

Bei Nagern kann man beobachten, dass mit einsetzender Dunkelheit (18.00 Uhr) die Serotonin-Synthese sinkt und die Aktivität der NAT steigt, mit der Folge, einer starken Zunahme des *N*-Acetylserotonins und Melatonins. Mit einsetzendem Tageslicht (6.00 Uhr) kommt es zu einer raschen Reduzierung der Konzentrationen auf ihren Ausgangswert. Diese durch die lichtinduzierte Hemmung der NAT hervorgerufenen Veränderungen treten auch sehr rasch auf, wenn während der Dunkelphasen eine kurzfristige Belichtung der Tiere über die parietalen Augen erfolgt. Blinde Tiere sprechen nicht darauf an.



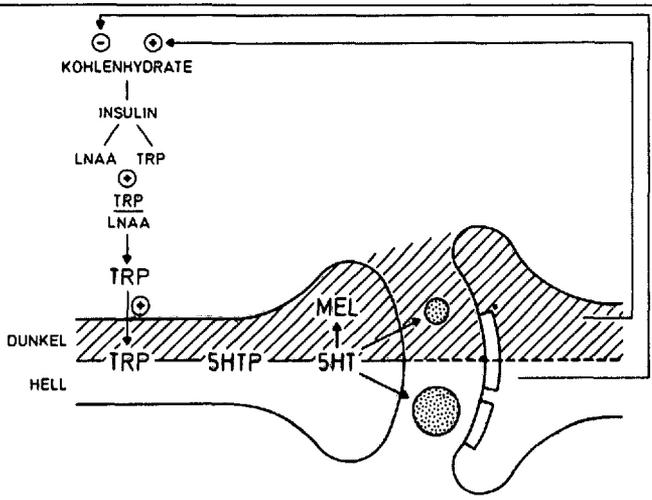
dann in dieser Erfahrung finden, wie z.B. Geschmacklichkeit, haben wir dann selbst eingebaut. Erklärt dies den Unterschied zwischen Gourmet und Gourmand?

Während unser akustischer und visueller Wahrnehmungsapparat gut an die reale Welt angepasst zu sein scheint, ist dies offensichtlich für die Ernährungswahrnehmung nicht der Fall.

Besonders Geruchs- und Geschmacksinn sind beim Menschen im Vergleich zu anderen Sinnesorganen schlecht ausgebildet. Wenn sich unser bisher definierbarer Erkenntnisapparat also die Raum-, Zeit- und Gestaltwahrnehmung als Folge der Notwendigkeit der Nahrungssuche entwickelt hat, so sollte es möglich sein, hier verwandte Strukturen zu entdecken.

Abb. 5. SAD

Entsprechend dem in Abb. 5 vorgestellten Modell der Regulation der Kohlenhydrataufnahme in Abhängigkeit von der Tryptophanzufuhr und Serotoninbildung kann man folgern, dass durch eine verstärkte Melatoninbildung ein präsynaptisches Serotonindefizit entsteht, welches zu einer Zunahme oder sogar Entgleisung des Hungergefühls führt.



Dass solche Verbindungen bestehen könnten, zeigen die Untersuchungen zur saisonalen Affektkrankheit (SAD). Hier scheint das Hormon Melatonin eine wesentliche Rolle zu spielen (Abb. 3). Dieses Hormon, welches in der Zirbeldrüse gebildet wird, unterliegt einem circadianen Rhythmus (Abb. 4) und regelt bei nachtaktiven Nagern nicht nur die Nahrungsaufnahme, sondern auch die Geschlechtszyklen. Es gilt als der Modulator der inneren Uhr, die für die erforderliche zeitliche Anpassung von Organfunktionen eine bedeutende Rolle zu spielen scheint.

Die Melatonin-Synthese stellt also einen Nebenweg des TRP dar und könnte zu einer Verringerung der synaptischen Serotonin-Synthese in Abhängigkeit von der Tageslichtlänge beitragen. Unter Anwendung des in den Abb. 1 und 2 dargestellten Sättigungsmodelles liesse sich hierdurch die SAD interpretieren. Bei der SAD wird beobachtet, dass es mit abnehmender Tageslichtlänge bei den Betroffenen zur Entwicklung einer Depression und zu starker Gewichtszunahme kommt. Letztere kann vorwiegend auf eine übermässige Zufuhr an Kohlenhydraten zurückgeführt werden (Abb. 5).

Die Beobachtung, dass eine Imbalanz des präsynaptischen Serotonins eine Depression auslösen kann, erklärt ein weiteres Symptom der SAD.

Eine Verstärkung der Melatoninbildung mit frühzeitig einsetzender Dunkelheit könnte das Phänomen der Verbindung Kohlenhydratexzessen, Übergewicht und Depression erklären (Abb. 5). Werden die Betroffenen mit Beginn der Dämmerung intensivem Licht ausgesetzt, so wird eine Reduzierung der Symptome beobachtet. Wie stark die Gewichtsentwicklung von der Tageslichtlänge abhängt, zeigen Untersuchungen an Hamstern, die unterschiedlichen Hell/Dunkel-Phasen (LD) ausgesetzt waren (Abb. 6).

Bezogen auf die Ausgangsfragestellung bedeutet dies aber, dass auch die Nahrungsaufnahme eng mit den basalen Erkenntnisstrukturen, z.B. der Zeitempfindung, verknüpft ist, und möglicherweise hier auch evolutionäre Ansätze zu suchen wären. Gestärkt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass die sensorischen Zellen des Pinealorgans mit den Sinneszellen des Auges, welches eine Grundlage unserer Raum-Zeit-Wahrnehmungsstruktur darstellt, grosse strukturelle und funktionelle Ähnlichkeiten aufweisen (Abb. 7).

Der adäquate Reiz für die Melatoninbildung über direkten Einfluss auf das Schlüsselenzym NAT ist bei Vertebraten der Lichtimpuls auf die Retina. Hierdurch wird über β -adrenerge Signale die NAT gehemmt.

Gewichtszunahme bei Hamstern unter verschiedener Tageslichtlänge

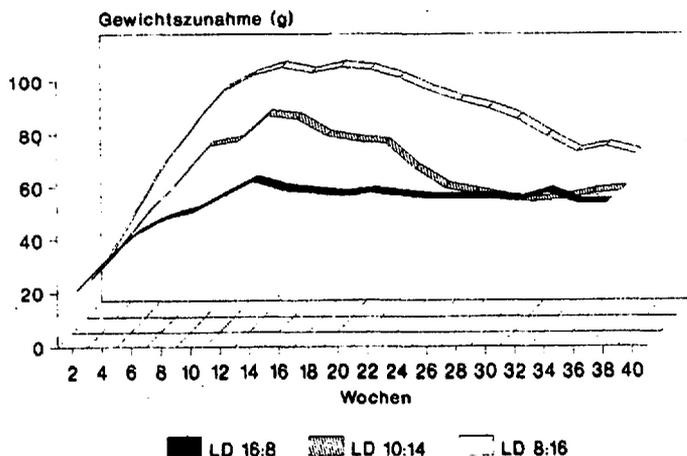
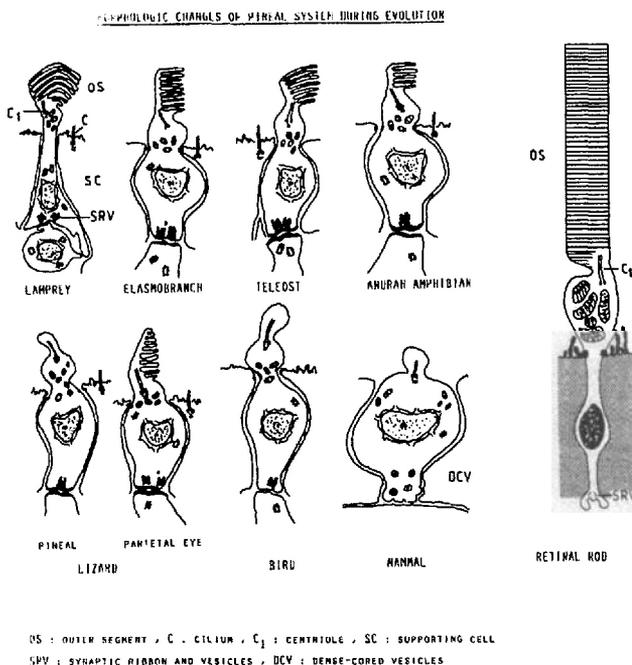


Abb. 6. Zusammenhang zwischen HellDunkel-Phasen (LD) und Körpergewicht bei Hamstern. Mit zunehmender Dunkelphase kommt es zu einer Steigerung des Körpergewichtes, ein bei Winterschlaf essentieller Zustand, der eine überlebensnotwendige Anpassung darstellt.

Abb. 7. Morphologie der Pinealozysten

Die Pinealozysten, also die Zellen, die bei Schlangen und Amphibien für die Transformation von Umweltreizen (Wärme, Erschütterung, Licht) verantwortlich sind, zeigen auch bei Vertebraten grosse Strukturverwandtschaften bis hin zu den für das Sehen verantwortlichen Zellen des Auges (retinal rods).



OS : OUTER SEGMENT, C : CILIUM, C₁ : CENTRIOLE, SC : SUPPORTING CELL, SRV : SYNAPTIC RIBBON AND VESICLES, DCV : DENSE-CORED VESICLES

Hier ergeben sich nun wieder enge Verbindungen zwischen Nahrungskomponente, dem Vitamin A und dem zur Erkenntnis notwendigen visuellen System. Das Grubenaugen der Reptilien, welches Wärme und Vibration wahrnimmt und zur überlebensadäquaten Erkenntnis der Umwelt beiträgt, steuert diese Wahrnehmungen u.a. über die direkte Aufnahme der Signale aus der Umwelt. Bei Säugern ist das Auge zwischengeschaltet, welches über die Wirkung des Vitamin A den Sehprozess (Dämmerungssehen) vermittelt. Hierbei wird durch lichtinduzierte Isomerisierung das Retinal von seinem Protein, dem Opsin abgespalten und löst so ein sensorisch verarbeitbares Signal aus.

Kürzlich konnten wir nachweisen, dass auch in der Zirbeldrüse der Säuger, bei der ein direkter Lichteinfluss auf die Pinealozysten unter Ausschaltung der parietalen Augen nicht besteht, ebenfalls Vitamin A und ein opsin-ähnliches Protein vorkommt. Dies zeigt, dass hier eine Anpassung von Wahrnehmungsstrukturen in Abhängigkeit von essentiellen Nahrungskomponenten stattgefunden hat. Die Einbindung dieser Systeme in Erkenntnis und selektive Nahrungswahl lassen vermuten, dass die Strukturen der Erkenntnis auf der Suche nach Nahrung und der dabei notwendigen Orientierung in der Umwelt entstanden sind. Somit hat also Nahrungswahl zur Entwicklung der Erkenntnis geführt und nicht umgekehrt.

Diese Überlegungen mögen zeigen, dass, wie bereits bei den Halobakterien beschrieben, der Erkenntnisapparat, der zu den *a priori* Strukturen der Ernährung geführt hat, vor allem zur Entwicklung des visuellen Systems mit resultierender strenger Kopplung und Steuerung geführt hat. Dies führt zu der Bestärkung der Annahme, dass Geruchs- und Geschmackswahrnehmung sekundäre Wahrnehmungen sind und damit nicht zur Erkenntnis beitragen.

‘Vergleichend anatomische, vergleichend embryologische und stammesgeschichtliche Befunde machen es also sehr wahrscheinlich, dass die verschiedenen Empfindungsqualitäten und -modalitäten sich mit den entsprechenden Sinnesorganen durch Mutation und natürliche Auslese allmählich herausgebildet haben. Sinnesreaktionen wurden nur gegenüber Reizen gebildet, die biologisch bedeutungsvoll waren’ (Vollmer).

Biologisch bedeutungsvoll aber ist das Auffinden ‘der Nahrung’ und nicht ihr Inhalt. Letzteres geht nach dem ‘Try and Error’ Verfahren vor sich, d.h. wird die Nahrung überlebt, so ist sie genießbar, was jedoch nur für hoch toxische Substrate Gültigkeit haben kann. Die moderne Ernährung hat dieses Verfahren beibehalten, wobei hier Langzeiteffekte wie Karzi-

nogene und Mutagene im Vordergrund stehen.

Wenn wir also fragen, ob es Erkenntnisstrukturen für die Ernährung gibt, so muss sich diese Frage mit der primär überlebensadäquaten Ernährung befassen, also primär qualitativen und nicht quantitativen Aspekten. Zweifellos ist eine Mindestzufuhr an Fett ebenso bedeutsam wie eine Mindestzufuhr an Proteinen. Für Fett scheint daher das Wahrnehmungssystem so entwickelt zu sein, dass eine minimale Zufuhr gesichert ist. Auch für Proteine scheint es, wie das Beispiel der jagenden Affen zeigt, Strukturen zu geben, die eine Versorgung mit essentiellen Nährstoffen, die sich vorwiegend oder ausschliesslich in tierischem Eiweiss befinden, sicherstellt.

Wir müssen uns der Tatsache bewusst werden, dass sich unsere Erkenntnisstrukturen an die Umwelt, in der unsere Vorfahren lebten, angepasst haben. Angepasst in dem Sinne, in dem Komponenten der Umwelt erfasst werden mussten, die für ein Überleben und Erhaltung der Art von Bedeutung waren. Dabei war es offensichtlich völlig bedeutungslos, dass wir Infrarotstrahlung, Ultraschall oder gar magnetische Felder erfassen konnten, wengleich Untersuchungen der letzten Jahre Hinweise dafür geben, dass es Menschen gibt, die gegenüber der Veränderung von Magnetfeldern sensibel reagieren können. Das wirft auch die Frage auf, ob in unseren Erkenntnisstrukturen noch Fähigkeiten verborgen sind, die uns nicht oder nicht alle offenliegen. Sofern sie nicht alle offenliegen, wird sich zeigen, ob die Fähigkeit zur Wahrnehmung z.B. magnetischer Felder oder aber für die Erhaltung der Art unter den sich ändernden Umweltbedingungen bestehende Erkenntnisse für angepasste Nahrungsbestandteile einen Selektionsvorteil bietet und damit in den *a priori* Strukturen eines zukünftigen Menschen verankert sein werden.

Aus den vorab dargestellten Beispielen und Definitionen möchte ich, bezogen auf die Frage der Möglichkeiten der Erkenntnis der Ernährung, zwei Schlussfolgerungen ziehen:

- 1) Der Mensch verfügt über keinen Erkenntnisapparat der Ernährung, der der evolutiven Anpassung unterliegt. Eine solche Anpassung bezieht sich offensichtlich nur auf Adaptationsmechanismen und nicht auf Erkenntnis.
- 2) Die Erkenntnisse zur Ernährung, die wir im Bereich unseres evolutiven Erkenntnisapparates in den mittleren Dimensionen gewinnen, erlangen wir aus Erfahrungen und Traditionen.

Eine bestimmte Ernährungsweise kann zweifellos zu einem Selektionsvorteil führen; die selektive Wahl bestimmter Nah-

rungskomponenten hängt dabei aber weniger von der Qualität der Raum-Zeit-Wahrnehmung, also den grundlegenden Erkenntnisstrukturen, ab, als vielmehr von der Verfügbarkeit bestimmter Nährstoffe, die, wie auch die Entwicklung der Primaten gezeigt hat, einen bedeutenden Selektionsdruck erzeugt. Erkenntnisstrukturen, die eine selektive Nahrungswahl induzieren würden, wären hierbei für die Anpassung eher hinderlich; vielmehr ist die Entwicklung adaptiver Stoffwechselforgänge ein bedeutend ökonomischerer Vorgang, den wir jedoch bezogen auf die spezifischen Ernährungsweisen des Menschen näher aufklären müssen, um die interindividuelle Sensibilität gegenüber Schad- und Nutzstoffen in der Ernährung besser interpretieren zu können. Ernährungsstörungen, wie beispielsweise das Übergewicht oder aber einseitige Fehlnahrung (Kohlenhydratexzesse) müssen also nicht primär Ausdruck eines ‘willensschwachen Charakters’ sein, sondern können durchaus das Ergebnis einer genetisch determinierten Adaptationskomponente sein, die sich möglicherweise bei sich veränderndem Nahrungsangebot als Selektionsvorteil erweisen könnte. Andererseits ist ein Mensch, der nur das essen würde, was ihm ‘schmeckt’, z.B. nur Kohlenhydrate oder nur bestimmte Gemüse, nicht überlebensfähig, da ihm viele essentielle Bestandteile der Nahrung fehlen. Wenn wir also, wie bereits unsere Vorfahren, unsere Nahrung so zusammenstellen – obgleich die moderne Industriegesellschaft hier offensichtlich ihre Probleme hat, dass sie unser Überleben bis heute gesichert hat, so scheint dies einerseits über gezielte adaptive Mechanismen, wie z.B. der Regulation der Fett-, Eiweiss- und Kohlenhydrataufnahme zu geschehen und weniger über gezielte Erkenntnis bezüglich gesunderhaltender Nahrungskomponenten und andererseits über traditionelle Aspekte von Geschmack und Widerwillen. Dieser Tatsache muss sich auch die moderne Ernährungswissenschaft bewusst werden, wenn sie gleich einem *Sisyphus* versucht, die Prinzipien einer gesunden Ernährung dem Verbraucher nahe zu bringen.

M. Harris, ‘Wohlgeschmack und Widerwillen. Die Rätsel der Nahrungstabus’, Klett Cotta Verlag, Stuttgart, 1990.

G. Vollmer, ‘Was können wir wissen? Die Natur der Erkenntnis’, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1988.

H.K. Biesalski, ‘Aspects of Vitamin A Metabolism in Sensory Epitheli’, *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 1985, 27 (Suppl), 225.

H.K. Biesalski *et al.* ‘Modulation of myb gene expression in sponges by retinoic acid. *Oncogenes*’ 1993, 7, 107.

G. Vollmer ‘Evolutionäre Erkenntnistheorie’, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1990.