

3.6. Biophysikalische Indikatoren zur Ermittlung des Ernährungszustandes

Der Zustand des menschlichen Organismus lässt sich nicht nur hinsichtlich seiner (bio)chemischen Eigenschaften, nämlich dem Zustand des Stoffwechsels, beschreiben, sondern auch durch biophysikalische Messgrößen, wie Form, Festigkeit, Temperatur, usw. Solche Art von Daten sind Teil von bereits beschriebenen Methoden, wie z.B. der Betrachtung des äußeren Erscheinungsbildes (klinische Mangelzeichen) (s. Kap. 3.3) und die Messung der Körpermaße (Anthropometrie) (s. Kap. 3.4). Bereits bei der letzten Methode werden entsprechende Geräte, die physikalische Meßgrößen erfassen benutzt; im folgenden sollen auf einige weitere solcher Messungen hingewiesen werden. Dieser Bereich stellt im Rahmen der Methoden zur Erfassung der Ernährungs- und Gesundheitszustandes nur einen Randbereich dar.

Mittels verschiedener Meßmethoden, die unterschiedliche Arten von **Strahlungen** benutzen (Ultraschall, Röntgenstrahlen, radioaktive Strahlen) kann die Körperzusammensetzung ermittelt werden (s. Kap. 3.4). Insbesondere die Röntgen-Strahlung wird auch zur Charakterisierung des Knochengewebezustandes eingesetzt, und hilft somit bei der Beschreibung der damit zusammenhängenden Nährstoffe und auch Nicht-Nährstoffe (wie z.B. Blei-„Saum“ an Knochen und Zähnen, als Indikator der Bleibelastung). Dies dient bei Kindern auch zur Ermittlung des biologischen Wachstumszustandes (Altersermittlung).

Zum Bereich der Anwendung von Strahlung zählt die Messung von Strahlen-Reflektionen. Die Ultraschall-Messungen sind praktisch ein Bindeglied, denn sie gehen in den Körper hinein und werden an Phasengrenzen reflektiert. Sichtbare Strahlen werden an der Hautoberfläche reflektiert, und solche Reflektanzmessungen dienen zur objektiven Ermittlung von (Haut)Farben; wobei „hellere“ Haut bzw. Haarfarben zu den PEM-Zeichen gehören, und „gelbe“ Haut deutet auf Leberstoffwechselstörungen hin.

Die verschiedenen Bestandteile von Zellen können durch verschiedene Farbstoffe, die besondere (Komplex-)Bindungen miteinander eingehen, spezifische angefärbt und sichtbar gemacht werden. In Zellen verändern sich Bestandteile in Abhängigkeit vom Ernährungszustand. So sind im Vitamin A-Mangel Haut- und Bindegewebszell-Oberflächen (dies betrifft vor allem Augen- und Mundregionen) verändert; dies kann durch **Anfärbungen** besser sichtbar gemacht werden.

Bei Unterernährung ist ein Absinken der **Körpertemperatur** unterhalb des Standards von 37 °C festzustellen. Dies ist jedoch nur in schweren Unterernährungszuständen deutlich. Es wurde versucht durch einen Belastungstest die Empfindlichkeit der Methode zu erhöhen. Unter definierten Bedingungen hält man eine Hand in kaltes Wasser, misst die Temperatur an der Hautoberfläche und wartet ab, bis sie wieder ihren Normalwert erreicht hat. Je länger die „Aufwärmzeit“ in diesem „Cooling-Rewarming-Test“ ist, desto deutlicher wird die Unterernährung angezeigt.

Die **Funktion der Nervenleitungen** hängt vom Ernährungszustand ab; die eingeschränkten Funktionen können als Indikator dienen. Ein Zeichen von Vitamin A-Mangel ist die verminderte Anpassungsfähigkeit der Sehnerven bei Situationen mit geringen Helligkeiten (Nachtblindheit). Bei PEM und Zinkmangel sind die Geschmacksempfindlichkeiten vermindert.

Durch verminderte Nervenleistungs-Funktionen verändert sich auch die körperliche Geschicklichkeit von Menschen (Grob- und Feinmotorik); solche Koordinationsstörungen wurden vor allem in

verschiedenen Vitamin-B-Mangelzuständen beobachtet und zur Diagnose herangezogen. Diese Tests gehen dann in den Bereich der körperlichen Leistungsfähigkeit („Fittestest“) über (s. S.178).

Die Nervenleitung kann mittels Messung der dabei entstehenden elektrischen Ströme gemessen werden (Elektroneurogramm). Dies findet z.B. Anwendung in der Herz- und Hirn-Tätigkeitsmessung (EKG, EEG) und auch in der Messung von Muskelbewegungen (Elektro-Myogramm; z.B. für Kaubewegungen beim Essen). In PEM und Vitamin B₁-Mangel sind die Nervenleitungsgeschwindigkeiten vermindert, und ebenso durch einige Umweltchemikalien, wie z.B. Blei.

Die **elektrische Leitfähigkeit** des Körpers kann dazu dienen die Körperzusammensetzung zu ermitteln (s. S. 196).

Ein Ausdruck verminderter Nervenleistungen bei Fehlernährung sind die verminderten **geistigen Fähigkeiten**. Für dies gibt es eine Reihe von psychometrischen Tests, die vor allem die Entwicklung der Kinder betreffen. Je nach Alters- bzw. Entwicklungsstufe sind die zu lösenden Aufgaben bzw. zu zeigenden Fähigkeiten anders aufgebaut. Auch für Erwachsene gibt es solches Test. Diese Tests sind relativ aufwendig und es bedarf großer Erfahrungen diese richtig durchzuführen und die Ergebnisse richtig zu bewerten. Dazu müssen die entsprechenden Fachpersonen, in der Regel (Entwicklungs-)Psychologen herangezogen werden. Diese Tests sind für die klinisch Untersuchungs-Situationen entwickelt worden; doch sind die Forschungen in den Bereichen „Ernährung und geistige Entwicklung“; „Ernährung und Verhalten des Menschen“ so wichtig, dass es doch Anpassungen dieser Methoden für ernährungs-epidemiologische Studien gibt. Darüberhinaus stellen die psychometrischen Methoden einen interessanten Bereich dar, mit dem die Ernährungszustands-Indikatoren in Beziehung gebracht werden können, um für sie entsprechende Beurteilungsgrenzwerte zu ermitteln (s. S. 153).

Die hier bekannten Methoden sind ein umfangreiches Spezialgebiet und es müssen Fachleute (Kinderärzte, Entwicklungspsychologen) bei entsprechenden Studien herangezogen werden. Die Intelligenz ist zwar relativ gut messbar, doch eben von dem gesamten Lebensweg und nicht nur von der Ernährungs-Vorgeschichte abhängig. Die Wirkungen der Ernährung auf die Persönlichkeit und das Seelenleben des Menschen, sowie das damit zusammenhängende Verhalten wird heute zunehmend untersucht, Aus dem Ernährungsverhalten kann auf die persönlichen Eigenschaften geschlossen werden („Sage mir was Du isst, und ich sage dir wer du bist; FEUERBACH) und natürlich auch aus seinen Aktivitäten, seinem Tagesablauf (s. Kap. 3.2).

Die **körperliche Leistungsfähigkeit** hängt unmittelbar von der Bereitstellung von genügend Energie für die Erbringung der körperlichen Anforderungen ab. Diese Energie kann für einen begrenzten Zeitraum durch entsprechende Körperreserven bereitgestellt werden; im Prinzip muss sie jedoch auch die Nahrung zugeführt werden. Zur Bereitstellung der Nahrungsenergie muss der Stoffwechsel funktionieren; dazu werden die Nährstoffe benötigt. So gesehen hängen auch die körperlichen Leistungen des Menschen genau wie die geistigen – von vielen Faktoren ab. Dazu sind solche zu zählen, die nicht direkt von der Ernährung beeinflusst werden, wie Motivation und Bedingungen der sozialen und materiellen Umwelt. Aus diesen Gründen müssen die Indikatoren der körperlichen Leistungsfähigkeiten des Menschen in den Rahmen von komplexen Untersuchungsmodellen gestellt werden. Es gibt auch eine ganze Reihe von Methoden, doch die Interpretation dieser Indikatoren ist nicht einfach; deshalb sind sie keine häufigen Indikatoren in ernährungs-epidemiologischen Studien,

obwohl gerade durch sie gute Kriterien für die Beurteilung der sensibleren Indikatoren möglich wären (s. S. 153).

Es hat sich bewährt, die Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit in zwei größere Bereiche einzuteilen. Die Messung der kurzzeitigen Leistung – der Kraft, die man in einem kurzen Zeitraum ausüben kann (Dynamometrie), und die Messung der Leistungen über einen längeren Zeitraum hinweg, die Messung der Ausdauer, der Arbeitsleistung. Der erste Bereich hängt weniger stark vom Ernährungszustand ab, als der zweite.

Die Messung der maximalen Muskelkraft kann nur einen bestimmten kurzen Zeitraum gemessen werden. Dabei gibt es zwei Arten der Messung: 1. bei der Krafterzeugung zieht sich der Muskel zusammen (dynamische Kraft); 2. der Muskel kann in gleicher Ausdehnung bleiben, z.B. wenn man gegen etwas Unverrückbares drückt (statische Kraft, isometrisch). Die Kraftmessung erscheint noch methodische Lücken zu haben, am häufigsten und somit auch am standardisiertesten ist die Messung der Kraft in der Hand mittels eines Handdynamometers. Es wäre auch denkbar, andere Muskel(gruppen) entsprechend zu messen. Die Erfahrungen aus entsprechenden Studien zeigen, dass es zwar Einflüsse von Fehlernährung auf die Muskelfunktionen gibt, dass die Kraftmessung jedoch von vielen anderen Faktoren abhängig ist (Lebensalter, körperliches Training, usw.) und somit der Ernährungsfaktoren nur schlecht zu ermitteln ist.

Die Muskelkraft kann durch Leistungen bei kurzzeitigen sportlichen Übungen (wie Sprinten, Werfen, Kugelstoßen, Weit- und Hochspringen, Gewichtheben, usw.) ermittelt werden. Es leuchtet ein, dass hier einigen andere Faktoren den Einfluss der Ernährung überdecken.

Im Prinzip können auch Arbeitsleistungen Hinweise auf den Ernährungs-Zustand geben. Dies wurde bei der Besprechung der Methoden zur Ermittlung der körperlichen Aktivität bereits angesprochen (s. Kap. 3.2). Damit in Zusammenhang stehen Messungen über die Fitness des Körpers, wie z.B. Pulsraten-Messungen nach bestimmten Belastungen. Auch diese Methoden sind bereits im Rahmen der Erfassung des (allgemeinen) Gesundheitszustandes erwähnt worden (s. Kap. 3.3).

Hiermit sind die Methoden zur Erfassung des Gesundheits- und Ernährungszustandes dargestellt; es sind die Methoden der drei Eckpfeiler des physiologischen Regelkreises der Ernährungsepidemiologie; die Nahrungsaufnahme, der Nahrungsbedarfs (Aktivität bzw. Leistungen) und der körperliche Zustand. Dieser biologische Regelmechanismus reagiert auf weitere Reize, d.h. es gibt überlagerte Regelkreise (Abb. 21, S.68). Zur Bewertung des eigentlichen „inneren“ Kreises, müssen auch die „äußeren“ bekannt sein; deshalb müssen auch die entsprechenden Erfassungs-Methoden berücksichtigt werden.