

3.4. Anthropometrische Messungen zur Ermittlung des Ernährungszustandes (Ernährungs-Anthropometrie, nutritional anthropology)

Die Dimensionen eines menschlichen Körpers sind das Ergebnis von Wachstums- und Erhaltungsprozessen; diese unterliegen einer Vielzahl von Faktoren, die einerseits genetisch festgelegt und andererseits von der Lebensumwelt (Klima, körperliche Anforderungen usw.) abhängen, dabei stellt die Ernährung einen wichtigen Bereich dar. Unausgeglichene Nahrungsbilanzen (Abb. 17) wirken auf die Körpermaße ein; diese körperlichen Reaktionen sind ein wichtiges Regelement, um auf Nahrungs-Imbalancen zu reagieren. So lassen sich Körpermaße als Indikatoren für den Ernährungszustand verwenden.

Die Messung der Körpermaße - die Anthropometrie - ist eine Methode, die viele Anwendungsbereiche hat. So dient sie Anthropologen und Human-Genetikern, um z. B. die verschiedenen Rassen zu unterscheiden oder um verwandtschaftliche Beziehungen nachzuweisen. Gerichts-Mediziner brauchen solche Kenntnisse, um aus Fundstücken den Menschen zu beschreiben. Arbeits-Mediziner und -Physiologen entwerfen mittels anthropometrischer Daten die Beschaffenheit von Geräten und Arbeitsplätzen. Die Bekleidungsindustrie muss wissen, welche Größen Körper, Füße, Hände, Hälse und Köpfe haben. Archäologen bestimmen aus Knochenfunden die Erscheinungsbilder früherer Populationen. So gibt es eine Vielzahl von anthropometrischen Messungen, die Liste des Internationalen Biologischen Programms umfasst z. B. 56 Maße (Weiner, Lourie 1969).

Die Ernährungsbilanz wirkt sich auf eine Reihe von Körpermaßen aus. Die genauere Betrachtung der Beziehungen ist Aufgabe der Ernährungs-Anthropometrie (nutritional anthropology). Es ist hierbei von Bedeutung zu sehen, dass die akuten Formen von Fehlernährung sich unmittelbar auf das Wachstum (von Kindern) und auf die weichen Gewebe auswirken (Fett-Gewebe, Muskel-Masse); während chronische Formen der Fehlernährung sich besser am festen Gewebe (Knochen, Körperhöhe) nachweisen lassen.

Die anthropometrischen Messungen stützen sich eigentlich auf recht einfache Methoden und Geräte, wie Waagen, Messlatten, -bänder und -zirkel. Damit kommt die Ernährungs-Anthropometrie im allgemeinen auch aus; ergänzend können jedoch auch standardisiertes Photographieren und elektronische Bildanalyse eingesetzt werden. Die Methoden und Erkenntnisse der Anthropometrie sind in einigen, bereits als "klassisch" zu bezeichnenden Hand- und Lehrbüchern zusammengefasst (Brozek 1963; Jelliffe, Jelliffe 1974; Martin, Saller 1957; Roche, Falkner 1974; Tanner 1960, 1962).

In der Praxis der ernährungsepidemiologischen Studien kommt man meist mit einigen wenigen Messungen aus; das sind vor allem Körpergewicht, Körperhöhe, Umfangsmessungen von Oberarm, Oberschenkel und Bauch und Messung der Hautfaltenstärke.

Die Verteilung von anthropometrischen Messdaten in einer bestimmten Bevölkerung kann in zwei grundsätzlich verschiedenen Weisen zur Beurteilung verwendet werden. Zum einem dienen sie als reiner Bezugsmaßstab, ohne damit eine prinzipielle Wertung vorzunehmen. Diese Referenz-Werte zeigen nur die Position der vielen einzelnen Werte der Erhebung in Bezug zur Vergleichs-Bevölkerung an. Im bewertenden Vergleich dienen die Bezugs-Maßstäbe als

Standard-Werte; d. h. man hat damit Zielgrößen für die anthropometrischen Messungen. Dazu müssen diese Standard-Werte mit Funktionen verbunden werden; die Werte stehen im Zusammenhang mit höchster Lebenserwartung, geringster Krankheitsanfälligkeit, größter Arbeitskraft, höchster Intelligenz usw. Solche Beziehungen sind nur sehr schwer zu ermitteln, vor allem ernährungsepidemiologische Studien müssen dazu durchgeführt werden.

Die Erfahrungen mit anthropometrischen Bezugsgrößen zeigt, dass sich die Standards in verschiedenen Bevölkerungsgruppen nicht sehr unterscheiden. Der klassische longitudinal gewonnene Harvard-Standard (an einigen hundert weißer Kindern aus den Jahren 1930 bis 1956); unterscheidet sich nicht sehr von den repräsentativen Querschnitts-Daten aus den USA (NCHS Growths Charts), die von der Weltgesundheits-Organisation (WHO) als internationale Referenzwerte übernommen wurden. Die Unterschiede zwischen den meisten Rassen sind viel geringer, als ursprünglich angenommen.

Die anthropometrischen Messungen erscheinen recht einfach. Die Geräte sind nicht sehr teuer, die Messungen werden von den Studien-Teilnehmern gut akzeptiert (z. B. im Vergleich zu Blutentnahmen). Durch die einfache Handhabung der Messungen ergibt sich ein Nachteil, nämlich dass man die Kontrollen unterschätzt. Auch hier ist gutes Einüben und regelmäßiges Überprüfen (von Menschen und Geräten) angezeigt. Die anthropometrischen Daten können auch nicht sehr spezifisch für spezielle Formen von Fehlernährung sein; sie zeigen mehr die Verhältnisse bezüglich der gesamt Nahrungs-Bilanz (vor allem für Energie, und gegebenenfalls noch für Eiweiß und Fett) an; Vitamin- und Mineralstoffzustände sind nicht mittels der Anthropometrie zu beschreiben.

Die wichtigste Messung in der Ernährungs-Anthropometrie stellt die des Körpergewichts dar. Sie repräsentiert die Summe aller Körpergewebe. Die Körperzusammensetzung verändert sich im Laufe des Lebenszyklus; dabei sind zwei besonders schnelle Wachstumsphasen bekannt - die vor der Geburt und bis hin zum 6 Lebensmonat und die Phase um die Pubertät; dabei ändern sich sowohl die Körperproportionen, als auch die Zusammensetzung.

Das Körpergewicht wird durch eine Waage ermittelt; die Art der Waage hängt vom Alter der Studienteilnehmers ab. Säuglinge und Kleinkinder werden auf üblichen Babywaagen; Kinder, die alleine ruhig stehen können, und Erwachsene werden auf Personenwaagen gewogen. Grundsätzlich werden mechanische Balkenwaagen empfohlen; die in regelmäßigen Abständen geeicht werden sollen. Für Feldstudien sind Stabilität und Robustheit, sowie leichte Transportierbarkeit wichtig. Bei einer anderen Form des Wiegens, als die auf Babywaagen, werden Waagen zum Hängen benützt; dabei sitzt das zu wiegende Kind in einer Art Höschen, das an die Waage eingehängt wird.

Die Untersuchten sollten nüchtern und mit "leerer" Blasen- und Darmfüllung gewogen werden; optimale ist es, wenn die Person unbekleidet gewogen werden kann. Für Kleidung müssen Erfahrungskorrekturwerte abgerechnet werden.

Körpergewichtsangaben sind im Rahmen von ernährungsepidemiologischen Studien von jeder Altersklasse prinzipiell von Interesse, doch in Wachstumsphasen (wie bei Kindern) sind sie in der Regel interessanter wie bei Erwachsenen.

In ernährungs-epidemiologischen Studien hat man es meist nur mit einmaligen Messungen zu tun; das Gewicht wird mit entsprechenden Referenzwerten verglichen. Bei Kinder ist es dazu notwendig das genaue Alter der Kinder zu kennen. Bei Erwachsenen kann kein altersabhängiges Standardgewicht festgelegt werden. Dazu muss ein weiteres anthropometrisches Maß herangezogen werden, das auch für Messungen an Kindern geeignet ist: die Körperhöhe. Die Körperhöhe ist praktisch die Summe der Länge der Beine, des Rumpfes und des Kopfes. Diese Beziehungen ändern sich im Laufe des Lebens und sie zeigen auch genetische Abhängigkeiten (so haben Angehörige von schwarzen Rassen längere Beine, als z. B. Lateinamerikaner); aus diesem Grund wird manchmal neben der Körperhöhe auch die Rumpfhöhe gemessen.

Säuglinge und Kleinkinder können nicht stehend vermessen werden; so misst man sie im Liegen. Dann spricht man von Körperlänge bzw. Rumpflänge; es zeigt sich beim Vergleich von Messungen an Kleinkindern, die liegend und stehend gemessen wurden, dass die Messungen im Liegen leicht höhere Werte erbringen (1-2 cm).

Zur Messung werden Maßbänder (möglichst aus Stahl) benutzt; wobei man auf 1mm genau abmessen soll. Während der Messung sollen die barfüßigen Beine gerade gehalten, geschlossen und parallele Stellung haben; Hacken, Gesäß, Schultern und Kopf sollen an der Messvorrichtung anliegen. Im Stehen erfolgt die Messung analog, wobei darauf geachtet werden muss, dass nicht nur Fuß und Rumpf, sondern auch die Kopfhaltung gerade ist, d. h. dass beim Geradeausblicken Ohröffnungs-Oberrand und Augenhöhlen-Unterrand in waagrechter Ebene liegen ("Frankfurter Ebene").

Die Körperhöhe als solche kann bei Kindern analog ausgewertet werden wie das Gewicht. Geringere als das für das Alter zu erwartende Körperhöhe, gibt die Summe der Entwicklungsstörungen wieder. So sind Menschen aus Regionen mit häufigen Zeiten von Nahrungsmangel kleiner. Da die Körperhöhe nicht so empfindlich auf Ernährungsstörungen reagiert, werden die Intervalle kleiner gehalten, wie beim Körpergewicht (so ist hier 90% und weniger vom Standard schon ein wichtiges, häufig benutztes Kriterium für Unterernährung).

Die Beurteilung des Wachstum der Kinder kann durch die drei beschriebenen Indikatoren: Alter, Körpergewicht und -höhe recht differenziert dargestellt werden. Dabei muss noch einmal daran erinnert werden, dass das Körpergewicht (als die Summe aller Körpergewebe) schneller auf akute Ernährungsstörungen reagiert, als die Körperhöhe (als die Summe aller Längsknochen), die durch Unterernährung im allgemeinen nicht abnehmen kann. Durch Mangelernährung kann das Wachstum bis zum Stillstand reduziert sein, ein Aufholen in besseren Ernährungsphasen erfolgt nur relativ langsam. So wird chronische Mangelernährung durch Minderwuchs sichtbar. Kommen nun regelmäßig akute und chronische Phasen von Mangelernährung vor (ein Kennzeichen für die Situation in vielen Bevölkerungsgruppen der Entwicklungsländer), dann kann das Körpergewicht und die Körperhöhe gleichmäßig ("harmonisch") vermindert sein. Die Relation zwischen Körpergewicht und -höhe stimmt; diese Kinder erscheinen auf den ersten Blick als normal ernährt, sie sind jedoch unterernährt, sie sind zu alt für ihr kindliches Aussehen.

Für die Beurteilung des Ernährungszustandes mittels der o. g. Indikatoren gibt es neben den Tabellen und Kurven auch entsprechende Nomogramme. Selbstverständlich können diese Informationen heute auch in tragbare Computer eingespeichert und diese so zur schnellen Ermittlung des Ernährungs-Zustandes eingesetzt werden.

Die Beurteilung von Körpergewicht und -höhe bei Kindern funktioniert nur, wenn das Alter der Kinder genau bekannt ist. So gibt es auch Überlegungen, altersunabhängige Körpergewichts- zu Körperhöhen-Beziehungen abzuleiten. Angefangen bereits durch QUETELET sind viele Körpergewichts/Körperhöhen-Quotienten entwickelt worden. Die wohl bekannteste und zugleich auch einfachste Beurteilung des Ernährungs-Zustandes mittels Körper-Gewicht und Körper-Höhe ist die Formel nach BROCA:

Körper-Höhe (in cm) - 100 = Normal-Körpergewicht (in kg).

Diese Berechnung ist sehr einfach und damit ist der Hauptvorteil der BROCA-Formel genannt. Im Rahmen von Gesundheitserziehungsmaßnahmen ist dies wichtig; für ernährungsepidemiologische Studien gibt es jedoch Nachteile. Durch die Berechnungen nach BROCA sind kleine Personen insofern benachteiligt, dass bei ihnen eher ein Zuviel an Gewicht angezeigt wird; umgekehrt ist es bei großen Personen. Diese Problematik ist schon lange bekannt. Man versuchte sie zu umgehen, indem man auf verschiedenste Weise Körpergewicht und Körperhöhe zu Indices verband (Oltersdorf et al. 1984a). Dem Körperbautypus wird eine wichtige, leider meist nicht entsprechend beachtete Rolle zugesprochen. So formulierte CONRAD (1963): "*Es lassen sich nur gewisse Konstitutionen fettmästen, und das sind eben die Pyknomorphen und Hyperplastiker*".

Die menschliche Konstitution lässt sich nicht klar definieren, es gibt vielmehr ein ganzes Spektrum von Einteilungen.

Für die weitere Beurteilung der Körperbau-Konstitution muss an dieser Stelle ein weiterer wichtiger anthropometrischer Messbereich eingeführt werden. Das sind Messungen, die den Körperfett-Anteil abschätzen. Damit erhält man Informationen über die Nahrungsenergie-Bilanz; denn das Körperfett stellt die wichtigste Nahrungsenergie-Reserve dar. Das Körperfett ist nicht homogen im Körper verteilt; es ist auch nicht im Verlaufe des Lebens konstant, sondern im Gegenteil ziemlich variabel. Es gibt ebenso wie für die Messung des Körperbautypus auch im Bereich der Ermittlung der Verteilung des Körperfettes eine Reihe von Methoden, die meisten sind jedoch für ernährungsepidemiologische Feldstudien nur bedingt geeignet, da sie nur mit großen apparativen Aufwand zu bewältigen sind.

Aus Hautfaltendicken-Messungen (Kaliprometrie) kann auf den Fettgehalt des Körpers geschlossen werden. Zwar ist nur ein Teil des Körperfettes subkutan und dieses auch nicht gleichmäßig am ganzen Körper verteilt, doch die Messungen sind recht praktikabel, so findet sie verbreitet Anwendung. Es gibt eine Fülle von Messstellen; vier häufig benutzte sind - Triceps, subscapular, die an Brust und Bauch (Abb. 49). Sie sind gut zugänglich und sie sind in den letzten Jahren in vielen Feldstudien mit gutem Erfolg angewandt worden.

Abb.49 Lokalisation von Hautfaltenmessstellen (Oltersdorf et al. 1984)

Die Messungen der Hautfalten erfolgt mit sog. Kalipern, das sind zangenähnliche Instrumente. Es gibt verschiedene Kaliper - wie die nach LANGE, HARPENDEN, HOLTAIN und USAMRNL - sie geben alle recht ähnliche Messwerte. Auch die Kaliper müssen kontrolliert werden. Die Messungen der Hautfalten erfolgen in aufrechter, entspannter Stellung in der Regel an der

rechten Körperhälfte. Die Messung der Hautfalten erfordert gutes Einüben; es kann leicht zu Messfehlern kommen, z. B. indem die Hautfalten falsch gegriffen werden. Probleme entstehen bei zu mageren und zu "fetten" Personen; auch bei stark muskulösen Studienteilnehmern kann es schwierig sein die Hautfalte zu ergreifen.

Die Bewertung der Hautfalten kann einerseits analog den bisher geschildertem Körpergewicht und Körperhöhe durch das Inbeziehungsetzen mit Referenz-Werten geschehen. Dabei muss beachtet werden, dass die Körperfettwerte sehr variabel sind. Es zeigen sich starke individuelle Differenzen. In letzter Zeit wurde die verschiedenen Fettverteilungen - zentrale (androgenoide) und periphere (gynoide) - mit großem Interesse untersucht, da es wichtige Hinweise gibt, dass dieser Konstitutionsaspekt sich auch in unterschiedlichen physiologischen Reaktionen und Krankheitsrisiko (insbesondere bezüglich dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen) zeigt (Björntorp 1987; Seidell et al. 1987).

Durch entsprechende klinische Studien können die Messwerte für Hautfalten mit den tatsächlichem Fettanteil des Körpers in Beziehung gesetzt werden, um daraus Gleichungen zu entwickeln mit denen aus den Hautfalten-Messungen die Fett-Anteile des Körpers berechnet werden können. Die Erfahrungen zeigen, dass dazu eigentlich für die jeweilige Studiengruppe entsprechend individuelle Anpassungen getroffen werden müssen, denn die Fettverteilungen und Hautfaltenbeziehungen sind von vielen Faktoren abhängig (Durnin, Wormersley 1974; Oltersdorf et al. 1984a).

Aus der Kenntnis des Körperfett-Anteils ergibt sich die fettfreie Körpermasse ("lean body mass" = LBM); eine Maßzahl, die z. B. für die Berechnung des Energie-Grundumsatzes wichtig ist. Sie steht ebenfalls in Beziehung zum Körbautypus. Gedrungener Typus (Pyknomorphie) geht mit Hyperplastizität einher; dagegen haben langgestreckte (Leptomorphe) eher weniger Zellen (Hypoplastizität) (Oltersdorf et al. 1984a).

Die Beurteilung des Ernährungs-Zustandes kann weiterhin durch verschiedene Körper-Umfangsmessungen erfolgen. Für solche Messungen soll ein dünnes (unter 0,2 mm) Stahlmaßband (das nicht breiter als 12 mm sein soll) verwendet werden. Textil- oder Plastik-Maßbänder können auch benutzt werden; nur muss hier die Kontrolle häufiger erfolgen. Neben den üblichen Maßbändern, werden auch Laschenbänder benützt.

Bei Erwachsenen kann man die Umfänge von Bauch, Taille und Hüfte messen, und damit die Fettleibigkeit und deren Muster beurteilen. Bei Säuglingen und Kleinkindern können der Kopf- und Brust-Umfang gemessen werden. Die Auswertung kann hier auch in der Beurteilung des Vergleichs mit entsprechenden Referenzwerten liegen; ein Hauptkriterium ist jedoch der Vergleich zwischen beiden Maßen. Der Kopfumfang ist eine nur wenig vom Ernährungszustand abhängige Größe; der Kopf ist auch schon recht früh entwickelt. Das Wachstum des Brustumfanges ist im viel stärkeren Maße von Ernährungsfaktoren abhängig. Der Brustumfang ist bei Geburt geringer als der Kopfumfang; ab dem 6. Lebensmonat sollten beide Umfänge den gleichen Wert haben. Haben ältere Kinder immer noch "dickere" Köpfe, wird dies als Unterernährungs-Indikator gedeutet.

Die Messung des Oberarm-Umfanges (MUAC = mid upper arm circumference) ist die am häufigsten angewandte anthropometrische Umfangs-Messung. Man geht davon aus, dass sie die Summe aus Knochen (der als konstant angesehen wird) und Muskel- und Fettgewebe darstellt.

Die Messung erfolgt am linken Arm und zwar an der Mitte des Oberarms. Der Arm muss bei der Messung locker herab hängen; bei gestrecktem Arm sind die Armumfänge etwas geringer. Das Maßband soll fest anliegen, aber nicht den Arm einschnüren.

Die Auswertung erfolgt hier wiederum durch entsprechende Vergleiche mit Referenzwerten. Es zeigt sich, dass bei Kleinkindern der Armumfang zwischen 2 und 5 Jahren fast altersunabhängig ist.

Aus den Umfängen des Oberarmes können bei Kenntnis der entsprechenden Hautfalte, die Muskelumfänge berechnet werden. Der Muskelumfang sollte theoretisch am besten mit dem Eiweißzustand in Beziehung stehen; entsprechende Nachprüfungen konnten dies jedoch meist nicht bestätigen.

Die Erfahrungen mit den anthropometrischen Messungen zeigen, dass die einfache Messung des Körpergewichts, wenn sie longitudinal vorgenommen werden kann, gegenüber den anderen einfachen anthropometrischen Messungen fast immer am besten abschneidet.

Es gibt eine Reihe von komplizierten Methoden zur Ermittlung der Körperzusammensetzung; diese dienen einerseits dazu, die gerade beschriebenen anthropometrischen Methoden hinsichtlich ihrer Messqualität zu beurteilen. Sie können aber in bestimmten Fällen bei Feldstudien eingesetzt werden. Das gemeinsame an solchen Methoden ist, dass sie einen wesentlich höheren Aufwand bedürfen; sie sind als solche komplizierter, benötigen Spezialeinrichtungen bzw. -geräte und ihre Anwendung und Bewertung bedarf spezieller Kenntnisse und Erfahrungen.

Die gültigsten Werte über die Körperzusammensetzung erhält man durch Autopsien und anschließender chemischer Analyse. Dieses nicht sehr häufige Material von menschlichen Leichen dient als Standard für alle weiteren Methoden.

Die Dichte des menschlichen Körpers kann durch Unter-Wasser-Wägungen geschehen; mit dieser uralten "Archimedischen" Methode (Densitometrie) kann der Fettanteil im Körper ermittelt werden, denn Fett hat eine geringere Dichte ($0,900\text{g/cm}^3$) als die anderen Körperbestandteile ($1,100\text{g/cm}^3$). Für solche Wägungen braucht man ein entsprechendes Labor, Eintauchgefäß (Wanne mit konstant temperiertem Wasser, $28\text{-}30^\circ\text{C}$), eine große Personen-Waage mit entsprechender Sitz-Konstruktion und Erfahrungen wie mit Rest-Lungen-Volumen, Darminhalt usw. korrigierend umgegangen wird.

Der nächste Methodenbereich ist vom Prinzip her ebenfalls einfach; doch auch dieser erfordert viele Detailerfahrungen, um Abweichungen vom idealen Prinzip korrigieren zu können. Die Verdünnungs-Methoden funktionieren nach dem Prinzip, dass aus der Konzentration einer in bekannter Menge zugeführten Substanz, das Verteilungsvolumen zu berechnen ist. Man kennt verschiedene Verteilungsräume beim Menschen und weiß, welche Substanzen sich in welche Räume verteilen können. Alle Gewebe außer Fettgewebe enthalten Wasser, so können Wasserisotopen eingesetzt werden (Deuterium, O^{18}). Damit können der Gesamtkörperwassergehalt, die fettfreie Körpermasse (lean body mass, LBM) und der

Körperfettanteil ermittelt werden. Andere Substanzen die sich durch alle Zellwände bewegen können und die sich gleichmäßig im Körperwasser verteilen, sind: Harnstoff, Antipyrin und Pyridon. Der extrazelluläre Raum kann abgeschätzt werden, in dem man die Verteilungen von Substanzen, wie Thiocyanat (SCN) und Sulfat, heranzieht; der intrazelluläre Raum wird vor allem über Kalium-Isotope bestimmt.

Detaillierte Bilder vom "Inneren" des Menschen können heute durch die Computer-Tomographie gewonnen werden können. Diese "Schichten"-Bilder der Körper-Zusammensetzung sind jedoch noch sehr teuer; sie können nur für grundlegende kontrollierte Studien eingesetzt werden.

Die Messung der Unterhaut-Fettschicht (Kutimetrie) kann auch mit Ultraschall erfolgen. Die unterschiedlichen Körpergewebe leiten elektrischen Strom in verschiedener Weise, so kann die Leitfähigkeit (bzw. der Widerstand = Impedanz) zwischen einzelnen Körperabschnitten gemessen werden. Diese Werte hängen von einer Reihe von Faktoren ab, die kontrolliert werden müssen

(z. B. Stromfrequenz; Art und Lage der Elektroden usw.). Die Entwicklung in der Elektronik erleichtert heute die Anwendung dieser Methoden; es gibt viele entsprechende Publikationen. Sie zeigen wie wichtig eine gut kontrollierte Anwendung solcher modernen Apparate ist; ihre Anwendung im Feld ist noch mit großen Unsicherheiten in der Datenqualität verbunden.

Die Vielzahl der neuen Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung zeigen eine Dynamik in diesem Methoden-Bereich an. Das Ergebnis der Entwicklung ist noch nicht abzusehen (Lukaski 1987). Für ernährungsepidemiologische Studien werden die "alten" einfachen Methoden der Ernährungs-Anthropometrie sehr wichtige Hinweise über den Ernährungszustand liefern. Die modernen Methoden werden in diesem Rahmen vor allem zur Qualitätsbeurteilung der Feldmethoden ihren Einsatz finden. Die meisten der modernen Methoden sind zu aufwendig. Bei den weniger aufwendigen - wie Analysen der Ultraschall-Messungen und der Leitfähigkeits- bzw. Widerstands-Messungen - ist ein Einsatz durchaus realistisch. Man muss jedoch vor zu hohen Erwartungen warnen; diese Methoden sind nur scheinbar einfach. Die Messungen mit diesen Apparaturen erfordern viel Erfahrung und Überprüfung damit auch richtige Ergebnisse erhalten werden. Formelles Anwenden ohne Erfahrungshintergrund kann zu recht falschen Aussagen führen.

Die anthropometrischen Messungen haben neben den geschilderten Vorteilen, den Hauptnachteil, dass sie keine Frühkennzeichen für die Veränderungen in der Ernährungsbilanz darstellen (Abb. 17). Der Stoffwechsel wird je nach Lage der Nahrungsbilanz so umgestellt, dass sich Gewebe (Speicher usw.) entweder auf- (Anabolismus) oder abbauen (Katabolismus). Spezifische Aussagen zur Ernährungs-Bilanz einzelner Nährstoffe (die nicht Energielieferanten sind) sind auch nicht mit der Anthropometrie zu erhalten; wenngleich die epidemiologische Erfahrung zeigt, dass mit den Hauptnährstoffen die Bilanz der anderen Nährstoffe in engem Zusammenhang steht. Zur besseren und früheren Beschreibung der Ernährungssituation wird versucht, Stoffwechselfparameter heranzuziehen; die Methoden dieser biochemischen Indikatoren des Ernährungs-Zustandes werden im folgenden Kapitel beschrieben.