M. Pirlich[1]
A. Schwenk[2]
M. J. Müller[3]

unter Mitarbeit von
J. Ockenga
S. Schmidt
T. Schütz
O. Selberg
D. Volkert

DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Ernährungsstatus

DGEM Guidelines Enteral Nutrition: Nutritional Status

Schlüsselwörter
Sondenernährung · Ernährungsstatus · Mangelernährung · Erhebung des Ernährungszustandes

Key words
Enteral nutrition · nutritional status · malnutrition · nutritional assessment

1. Einleitung

Der Ernährungsstatus ist Grundlage und Ausdruck der Gesundheit. Der Ernährungszustand eines Menschen wird einerseits durch die Ernährung (Art und Menge der aufgenommenen Lebensmittel bzw. Nährstoffe) und andererseits durch den persönlichen Bedarf an Energie und Nährstoffen bestimmt. Ernährungsdefizite entstehen, wenn die Zufuhr an Energie und Nährstoffen den Bedarf anhaltend unterschreitet. Die Erfassung des Ernährungsstatus ist Bestandteil jeder ärztlichen Untersuchung. Es gibt keinen einfachen, allgemein akzeptierten Parameter zur sicheren Erfassung des Ernährungszustandes. Es existiert auch kein Goldstandard für diese Untersuchungen. Verschiedene Aspekte des Ernährungszustandes werden durch verschiedene Parameter erfasst. Ein verbindlicher Konsens zur Nomenklatur klinisch relevanter Ernährungsdefizite existiert derzeit nicht [1]. In der deutschsprachigen Literatur werden zahlreiche Begriffe synonym oder überschneidend verwendet (z. B. Malnutrition, Mangelernährung, Fehlernährung). Andererseits werden gleiche Begriffe unterschiedlich interpretiert.

2. Wie wird eine Fehlernährung in der klinischen Praxis definiert?

Der Oberbegriff Fehlernährung (engl. „nutritional deficiencies“) fasst alle klinisch relevanten Ernährungsdefizite zusammen. Dieser Begriff umfasst ausschließlich Mangelzustände, nicht dagegen die Überernährung. Die folgende Einteilung der Fehlernährung erfolgt mit dem Ziel, die Diagnostik und Therapie in der klinischen Praxis zu strukturieren und die Terminologien zu vereinheitlichen. Zwischen den verschiedenen Formen der Fehlernährung sind Überschneidungen möglich (siehe 3.3).

2.1 Unterernährung (engl. „undernutrition“)

Definition: Verringerte Energiespeicher.

2.2 Mangelernährung (engl. „malnutrition“)

a) *Krankheitsassoziierter Gewichtsverlust (engl. „unintended weight loss wasting“)*
   Definition: Signifikanter Gewichtsverlust mit Zeichen der Kranheitsaktivität,
b) *Eiweißmangel (engl. „protein deficiency“)*
   Definition: Verringerung des Körpereiweißbestandes,

Institutsangaben
[1] Medizinische Klinik, Gastroenterologie, Hepatologie und Endokrinologie, Universitätsklinikum Charité, Berlin
[2] Department of Infectious & Tropical Diseases, Royal Free Hospital, London
[3] Institut für Humanernährung u. Lebensmittelkunde, Christian-Albrechts-Universität Kiel

Korrespondenzadresse
Dr. med. M. Pirlich · Medizinische Klinik · Gastroenterologie, Hepatologie und Endokrinologie · Universitätsklinikum Charité · 10098 Berlin · E-mail: matthias.pirlich@charite.de

Bibliografie
Aktuel Ernaehr Med 2003; 28, Supplement 1: S10 – S25
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 1434-0275

Tab. **1** Klinisch-„problem"-orientierte Untersuchungen

	Erfassung des Problems	*Festlegung von Grenzwerten*	*Referenzdatenbanken*	*Klärung der Ursachen*	*Konsequenzen*
Unterernährung	BMI, Trizepshautfalte (THF)	Erwachsene: BMI < 18,5 kg/m² THF < 10. Perz. Kinder/Jugendliche: BMI < 10. Perz. THF < 10. Perz.	BMI, Erwachsene *RKI 2000* THF Kinder, Jugendliche und Erwachsene, *USA 1981* Kinder, Jugendliche, *BRD 1980*	Ernährungsprotokoll Diagnostik der Malassimilation, Energieverbrauch (REE)	Ernährung (1,2 × 1,5 × 1,7 × REE) Behandlung der Malassimilation
Mangelernährung *krankheitsassoziierter Gewichtsverlust*	Gewichtsveränderung	unfreiwilliger Gewichtsverlust > 10 %/6 Monaten oder < 90 % des üblichen Körpergewichtes		Krankheitsaktivität (Klinik, Albumin < 3,5 g/dl) Ernährungsprotokoll Diagnostik der Malassimilation, Energieverbrauch (REE)	Behandlung der Grunderkrankung „metabolic support" Ernährung (0,8 × 1,0 × 1,2 × REE)
Eiweißmangel	AMA, Kreatinin in 24-Std.-Urin	< 10. Perz. AMA bzw. < 80 % Kreatinin-Höhen-Index	AMA, Erwachsene, *USA 1981* Kreatinin-Höhen-Index, Erwachsene, *USA 1977* Kinder/Jugendliche, *BRD 2002* Armumfang, Kinder, *Frankreich 1982*	Ernährungsprotokoll Albuminspiegel	Ernährung (1,3 × REE[1], 1,0 – 1,5 g/kg × d Eiweiß)
spezifischer Nährstoffmangel	Symptomatik, gezielte Untersuchung, z. B. Knochendichte, Vitaminspiegel	z. B. < 10. P. Knochendichte bzw. Vitaminspiegel Funktionsteste	Knochendichte (DEXA), *WHO 1994* Vitamine etc. *(VERA 1992)*	Ernährungsprotokoll Funktionstests, Diagnostik der Malassimilation	gezielte Substitution

[1] REE: resting energy expenditure, Ruheenergieverbrauch

c) *Spezifischer Nährstoffmangel (engl. „specific nutritional deficiency")*
Definition: Defizit an essenziellen Nährstoffen (Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Wasser, essenzielle Fettsäuren).

Eine Übersicht über diese Fehlernährungstypen einschließlich ihrer Diagnostik, der dafür empfohlenen Referenzdatenbanken und der therapeutischen Konsequenzen gibt Tab. **1**.

Anmerkung: Hier nicht erwähnte, aber in der Literatur verwendete Begriffe zur Beschreibung des Ernährungsstatus sind im Glossar (5.) dieses Kapitels mit ihren gängigen Definitionen aufgeführt.

3. Wie wird eine Fehlernährung in der klinischen Praxis erfasst?

3.1 Unterernährung

Primäre Zielgröße für die Erfassung der Unterernährung ist die Fettmasse, die bei anhaltendem Mangel an Nahrungsenergie reduziert ist. Eine präzise Bestimmung der Fettmasse ist nur mit apparativer Diagnostik möglich (siehe 4.). Der Bodymass-Index (BMI), der aus dem gemessenen Körpergewicht und der Körpergröße errechnet wird (Gewicht [kg]/Größe [m²]), ist ein indirektes Maß der Fettmasse. Der BMI relativiert die durch die Körpergröße bedingten Unterschiede des Gewichtes und zeigt eine enge Beziehung zum prozentualen und absoluten Fettgehalt des Körpers. Bei schlanken und untergewichtigen Menschen ist die Beziehung zwischen BMI und prozentualer Fettmasse weniger eng [2]. Der von der WHO zur Definition von Untergewicht für Erwachsene weltweit empfohlene Grenzwert ist ein BMI von < 18,5 kg/m² [3]. Für Kinder und Jugendliche sollte Unterernährung anhand von alters- und geschlechtsspezifischen BMI-Perzentilen einer repräsentativen Stichprobe der Normalbevölkerung definiert werden. Ein Risiko für Unterernährung bei Kindern und Jugendlichen besteht bei einem gemessenen BMI < 10. Perzentile. Die entsprechenden Grenzwerte sind unter Tab. **4** aufgeführt. Sie basieren auf aktuellen deutschen Vergleichsdaten für Kinder und Jugendliche [4].

Wenn der BMI eines Erwachsenen den Grenzwert 18,5 kg/m² oder bei Kindern und Jugendlichen die 10. Perzentile unterschreitet, ist neben der klinischen Untersuchung eine weitergehende Diagnostik erforderlich.

Die Dicke von Hautfalten, gemessen mit speziellen Kaliperzangen, ist ein Maß für das subkutane Fettgewebe. Hautfaltenmessungen sind zwar einfach und rasch durchführbar, der Untersucher muss aber in der Technik geübt sein, um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen [5], da anderenfalls eine hohe Varianz resultiert. Wir empfehlen für die Basisdiagnostik die Messung der Hautfalte über dem M. triceps (Trizepshautfalte, THF).

Da die subkutane Fettmasse alters- und geschlechtsabhängig ist, ist zur Interpretation der Messwerte der Vergleich mit entsprechenden Referenzwerten notwendig.

Wir definieren einen signifikanten Fettmassenverlust als Zeichen der Unterernährung bei einer Trizepshautfalte < 10. Perzentile.

Für Kinder und Jugendliche gibt es ältere europäische [6] und deutsche Daten [7]. Die 10. Perzentile der THF beträgt für Knaben im 1. Lebensjahr zwischen 4,8 und 7,1 mm, bis zum 10. Lebensjahr liegt sie zwischen 6,3 und 7,4 mm; zwischen dem 10. und 16. Lebensjahr variiert sie zwischen 5,2 und 7,2 mm. Bei Mädchen lauten die entsprechenden Zahlen: 4,6 – 7,2 mm,

7,0 – 8,1 mm und 6,9 – 7,9 mm. Diese Werte stimmen recht gut mit der 10. Perzentile der NHANES I ([8], siehe auch Tab. **7**) überein. Eine Ausnahme stellt bei den Mädchen die Altersgruppe 10 – 16 Jahre dar: Hier lag die 10. Perzentile der THF in der NHANES I höher (8 – 10 mm).

Für Erwachsene existieren im deutschsprachigen Raum keine repräsentativen Vergleichsdaten. In Ermangelung von Alternativen verweisen wir hier auf eine nationale Querschnittstudie an weißen US-Amerikanern (Tab. **7**). Diese Referenzdaten sind allerdings über 20 Jahre alt und nicht unbedingt repräsentativ für die deutsche Bevölkerung. Die 10. Perzentile des BMIs betrug damals bei Jungen und Mädchen im 1. – 12. Lebensjahr 14,1 – 15,6 bzw. 13,7 – 14,9 kg/m^2. Die entsprechenden Zahlen für das 15. – 18,5. Lebensjahr betrugen 15,0 – 18,5 und 14,5 – 17,9 kg/m^2. Bei Erwachsenen (19. – 74. Lebensjahr) lagen die 10. Perzentile des BMIs bei 19,6 – 21,4 bzw. 18,4 – 20,7 kg/m^2. Die letztgenannten Zahlen lagen deutlich unterhalb der aktuellen Referenzwerte des Bundesgesundheits-Surveys (s. Tab. **5**). Klinische Studien haben jedoch die Aussagekraft von niedrigen Werten für einen ungünstigen klinischen Verlauf gezeigt [9,10].

Anmerkungen

Zum BMI: Bei Patienten mit Hydratationsstörungen (Ödeme, Expansion des Extrazellularraumes) kann bereits bei normalem BMI eine Unterernährung vorliegen. Hier ist eine differenziertere Diagnostik notwendig (siehe 4.). Patienten mit dem gleichen BMI können sich bezüglich ihrer Fettmasse unterscheiden, z. B. bei Krafttraining oder längerer Bettlägerigkeit.

Bei Kindern mit chronischen Erkrankungen sollten zusätzlich Wachstumskurven herangezogen werden, da infolge einer Entwicklungsverzögerung der BMI das tatsächliche Ausmaß einer Unterernährung u. U. nicht widerspiegelt.

Zum Körpergewicht: Die Interpretation des Körpergewichtes mit Hilfe von „Normal"- oder „Idealgewichten" ist obsolet. Die zugrunde liegenden Referenzdatenbanken sind veraltet, und die Aussagekraft für die akute Einschätzung eines Ernährungsrisikos ist gering.

Zur Hautfaltenmessung: Hautfalten werden nicht nur vom subkutanen Fettgewebe oder dem körperlichen Training bestimmt, sondern auch vom Hydratationsstatus. Hier gelten die gleichen Einschränkungen wie für den BMI.

3.2 Mangelernährung

3.2.a Krankheitsassoziierter Gewichtsverlust

Primäre Zielgrößen für die Diagnostik des krankheitsassoziierten Gewichtsverlust sind Gewichtsveränderungen und die Krankheitsaktivität.

Gewichtsverlust: Ein unbeabsichtigter Gewichtsverlust > 10 % in den vergangenen 6 Monaten ist mit einem ungünstigen klinischen Verlauf eines Patienten assoziiert [1]. In einigen Studien wurde alternativ ein Gewichtsverlust > 5 % in den vergangenen 3 Monaten als klinisch relevant beschrieben [11,12]. Die genannten Grenzwerte sind in gewisser Weise arbiträr, ihre klinische Brauchbarkeit wurde jedoch in zahlreichen Studien belegt. Der Zusammenhang zwischen Gewichtsverlust und ungünstiger Prognose ist besonders deutlich bei Patienten mit Tumorleiden [13,14]. Unbeabsichtigter Gewichtsverlust an sich kann Ausdruck der Krankheitsaktivität bzw. erstes Symptom einer gravierenden Erkrankung sein. Bei einigen Krankheitsbildern wurde Gewichtsverlust als Risikofaktor *unabhängig* von der Schwere der Erkrankung beschrieben [15,16].

Tab. **2** Graduierung des unbeabsichtigten Gewichtsverlustes nach Morrison und Hark

Zeitraum	*signifikanter Gewichtsverlust*	*schwerer Gewichtsverlust*
1 Woche	1 – 2 %	> 2 %
1 Monat	5 %	> 5 %
3 Monate	7,5 %	> 7,5 %
6 Monate	10 %	> 10 %
12 Monate	20 %	> 20 %

Eine Graduierung des prozentualen Gewichtsverlustes wurde von Morrison u. Hark [17] vorgeschlagen. Diese Einteilung berücksichtigt auch geringere bzw. kurzfristigere Gewichtsveränderungen und lenkt damit die Aufmerksamkeit frühzeitig auf ein mögliches Ernährungsproblem des Patienten (Tab. **2**).

Alternativ wird ein signifikanter Gewichtsverlust definiert als aktuelles Gewicht < 90 % des „üblichen" Gewichtes. Das „übliche Gewicht" eines Patienten ist definiert als das stabile Gewicht in einem längeren Zeitraum mindestens 6 Monate vor der Evaluation [18]. Diese Definition hat den Vorteil, sich nicht strikt auf ein 6- oder 3-Monats-Intervall zu beziehen. Die Aufmerksamkeit wird auch auf Patienten gelenkt, die in den letzten 6 Monaten keinen Gewichtsverlust oder sogar eine Gewichtszunahme beobachtet haben, deren aktuelles Gewicht aber immer noch deutlich unter einem stabilen Ausgangsgewicht liegt, das z. B. vor Auftreten einer chronischen Erkrankung bestimmt wurde.

Anmerkungen zum Gewichtsverlust:

In der klinischen Praxis kann die Ermittlung des tatsächlichen Gewichtsverlustes im Einzelfall schwierig sein, wenn das Ausgangsgewicht des Patienten nicht gemessen wurde bzw. anamnestische oder fremdanamnestische Angaben unsicher sind. Die Frage danach, ob die Kleidung in letzter Zeit spürbar zu weit geworden ist, kann eine Orientierung über einen möglichen Gewichtsverlust verschaffen. Auch bei präzise gemessenem Gewicht im Verlauf kann ein tatsächlicher Körpermassenverlust maskiert sein durch Änderungen des Hydratationsstatus (z. B. bei Leberzirrhose, Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, kritisch Kranken).

Ernährungszustand und Krankheitsaktivität: Allgemeine klinische Zeichen für Krankheitsaktivität sind Fieber, Nachtschweiß, Schmerzen oder Leistungsminderung. Darüber hinaus existieren für zahlreiche chronische Erkrankungen Algorithmen zur Beschreibung der Krankheitsaktivität oder der Krankheitsschwere, die den spezifischen klinischen Merkmalen der Erkrankung Rechnung tragen sollen. Diese klinischen Klassifikationen berücksichtigen den Ernährungszustand des Patienten in der Regel

in ungenügender Weise, so dass zusätzliche Parameter zur Beschreibung des Ernährungszustandes hilfreich sind.

Unter den laborchemischen Parametern, die eine Krankheitsaktivität anzeigen können, nimmt das Serumalbumin eine herausragende Stellung ein. Niedrige Serumalbuminkonzentrationen gehen statistisch sowohl mit einem schlechten Ernährungsstatus (Verlust von Körperzellmasse) als auch mit einer hohen Krankheitsaktivität einher [19]. Darüber hinaus ist die Serumalbuminkonzentration ein eigenständiger prognostischer Parameter bei einer Vielzahl unterschiedlichster Krankheitsbilder. Eine verminderte Serumalbuminkonzentration ist daher klinisch relevant und stellt ein integrales Merkmal des krankheitsassoziierten Gewichtsverlustes dar.

Wichtige vom Ernährungszustand unabhängige Einflussgrößen, die bei der Interpretation von Serumalbuminkonzentrationen zu berücksichtigen sind, sind die Syntheseleistung der Leber (z. B. Leberzirrhose), den Flüssigkeitshaushalt (z. B. Expansion des Extrazellularraumes) und Eiweißverluste (z. B. nephrotisches Syndrom).

Als methodenunabhängige Bezugswerte werden vorgeschlagen: Albumin > 40 g/l unauffällig, 35 – 40 g/l grenzwertig, 30 – 35 g/l vermindert, < 30 g/l stark vermindert.

Anmerkung zur Labordiagnostik:
Kurzfristige Änderungen in der Krankheitsaktivität können mit klassischen Akutphasemarkern (z. B. Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, CrP) erfasst werden.

3.2.b Eiweißmangel

Primäre Zielgrößen für einen Eiweißmangel ist der Körpereiweißbestand, reflektiert durch Muskelmasse (somatische Proteinspeicher) und Plasmaproteinkonzentrationen (viszerale Proteinspeicher). Eiweißmangel führt zum Verbrauch der körpereigenen Proteinreserven wobei Plasmaproteinkonzentrationen zunächst zulasten der Muskulatur aufrecht erhalten werden.

Diverse *klinische Symptome* können auf einen Eiweißmangel hinweisen: Muskelschwäche, Muskelatrophie, Ödeme, Aszites, Wundheilungsstörungen, Dekubitus, Alopezie, Hepatomegalie.

Die präzise Erfassung der *Muskelmasse* ist nur mit aufwändiger Technik möglich. Eine Armmuskelfläche < 10. Perzentile oder ein Kreatiningrößenindex < 80 % sind Indikatoren eines Muskelmassenverlustes (zur Methodik siehe Kapitel 4.; Referenzdaten siehe Tab. **8**, **9**, **14** u. **15**).

Mithilfe der *Plasmakonzentrationen verschiedener Proteine* lässt sich die viszerale Proteinsynthese abschätzen. Diese wird jedoch neben der Ernährung wesentlich durch Krankheitsaktivität (siehe 3.2.a), bestimmte Krankheiten und den Hydratationsstatus beeinflusst. Krankheitsbedingte Veränderungen können so groß sein, dass die Proteinkonzentrationen bei der Untersuchung von Patienten nicht spezifisch genug sind, um die Diagnose Mangelernährung zu bestätigen. Serumalbuminspiegel geben einen wichtigen Hinweis auf einen Eiweißmangel (Einschränkungen siehe 3.2.a). Andere Serumproteine wie Transferrin, Präalbumin oder Retinol-bindendes Globulin können für die Basisdiagnostik nicht empfohlen werden und sind unter 4.3 aufgeführt.

Tab. **3** Klinische Symptome, die auf einen spezifischen Nährstoffmangel hinweisen können (Auswahl) [23, 24]

klinischer Befund	*mögliches Ernährungsdefizit*
Hautveränderungen	
punktförmige Hautblutungen	Vitamin A, C
Purpura (Unterhautblutungen)	Vitamin C, K
Pigmentation	Niacin
geringer Turgor	Wasser
Ödeme	Protein, Vitamin B_1
Blässe	Folsäure, Eisen, Biotin, Vitamin B_{12}, B_6
Dekubiti	Protein, Energie
seborrhöische Dermatitis	Vit. B_6, Biotin, Zink, essenzielle Fettsäuren
schlechte Wundheilung	Vit. C, Protein, Zink
Mund und Lippen	
Glossitis	Vit. B_2, B_6, B_{12}, Niacin, Eisen, Folsäure
Gingivitis	Vitamin C
anguläre Fissuren, Stomatitis	Vit. B_2, Eisen, Protein
Cheilose	Niacin, Vit. B_2, B_6, Protein
blasse Zunge	Eisen, Vit. B_{12}
atrophische Papillen	Vit. B_2, Niacin, Eisen
Augen	
blasse Konjunktiva	Vit. B_{12}, Folat, Eisen
Nachtblindheit, Keratomalazie	Vit. A
Photophobie	Zink
neurologisch	
Desorientiertheit, Verwirrung	Vit. B_1, B_2, B_{12}, Wasser
Depression, Lethargie	Biotin, Folsäure, Vitamin C
Schwäche, Lähmung der Beine	Vitamin B_1, B_6, B_{12}, Pantothensäure
periphere Neuropathie	Vitamin B_2, B_6, B_{12}
ataktischer Gang	Vitamin B_{12}
Hyporeflexie	Vitamin B_1
Zuckungen, Krämpfe	Vit. B_6, Kalzium, Magnesium
sonstiges	
Durchfall	Niacin, Folat, Vit. B_{12}
Anorexie	Vitamin B_{12}, B_1, C
Übelkeit	Biotin, Pantothensäure
Müdigkeit, Apathie	Energie, Biotin, Magnesium, Eisen

3.2.c Spezifischer Nährstoffmangel

Primäre Zielgröße für einen spezifischen Nährstoffmangel (Mangel an essenziellen Nährstoffen: Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Wasser, essenzielle Fettsäuren) ist die Symptomatik des Patienten.

Nährstoffdefizite zeigen sich in Form von charakteristischen klinischen Symptomen, beispielsweise durch Veränderungen oberflächlicher Gewebe. Diese könne durch eine sorgfältige Anamnese und die klinische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung von Haut, Augen, Mund und des neurologischen Status erfasst werden (siehe auch Tab. **3**).

Bei ausgeprägtem Mangel treten je nach Nährstoff typische Veränderungen auf, in frühen Mangelstadien sind die Symptome hingegen relativ unspezifisch. Häufig treten mehrere Nährstoffdefizite kombiniert auf. Die Symptome können daher nicht immer eindeutig einem Nährstoffdefizit zugeordnet werden. Durch klinisch-chemische Untersuchungen kann der Verdacht auf ein Nährstoffdefizit abgesichert werden. Spezielle Laboruntersuchungen sollten in Absprache mit einem Labor- oder Ernäh-

rungsmediziner erfolgen. Bezüglich des Vitaminstatus können als Referenzwerte für Deutschland die Daten der VERA-Studie [20, 21] herangezogen werden. Bei Verdacht auf Osteoporose infolge von Kalzium- oder Vitamin-D-Mangel ist eine Bestimmung der Knochendichte mittels Dual-Energy-X-Ray-Absorptiometrie (DEXA) zu erwägen. Zur Interpretation der Knochendichte existieren internationale Empfehlungen der WHO [22].

Mit Ausnahme extremer Mangelstadien sind die klinischen Symptome durch Substitution des fehlenden Nährstoffs reversibel.

3.3. Schnittstellen zwischen den einzelnen Fehlernährungstypen

Die hier vorgeschlagene Klassifizierung stellt jeweils ein klinisch führendes Ernährungsdefizit in den Vordergrund. Das schließt Überschneidungen zwischen den Fehlernährungstypen nicht aus. So zeigten Cunha et al. [25] an geriatrischen Patienten, dass eine Unterernährung (BMI < 18,5 kg/m^2) nicht nur mit einer niedrigen Trizepshautfalte assoziiert ist, sondern auch häufiger mit einem Mangel an wasserlöslichen Vitaminen einhergeht. Andererseits zeigte diese Studie, dass in Subgruppen geriatrischer Patienten mit noch normalem BMI ein Mangel an Riboflavin, Vitamin A und Vitamin E auftritt (56, 29 bzw. 25 %). In einer weiteren Studie zeigte die Arbeitsgruppe von Pichard [26], dass bereits bei Patienten mit normalem BMI (20 – 24,9 kg/m^2) häufiger eine verminderte FFM (< der 10. Perzentile einer gesunden Referenzpopulation) zu beobachten ist (bei 31 %).

Daraus lassen sich zwei Schlüsse ziehen:

1. Mit einem globalen Marker des Ernährungsstatus wie dem BMI lässt sich eine Fehlernährung bei Kranken nicht ausschließen und
2. die Diagnose eines definierten Fehlernährungstyps kann mit weiteren Ernährungsdefiziten einhergehen.

Insofern ist die hier vorgeschlagene Klassifikation als Stratifizierung von Leitsymptomen für die weitere Diagnostik und Therapie zu verstehen. Insbesondere bei fortschreitendem krankheitsassoziierten Gewichtsverlust ist mit zusätzlichen Ernährungsdefiziten zu rechnen (Eiweißmangelernährung, spezifischer Nährstoffmangel). Umgekehrt besteht eine enge Beziehung zwischen Krankheitsschwere und Fehlernährung. In den kürzlich erstellten Leitlinien der American Society for Parenteral and Enteral Nutrition [27] wird postuliert, dass der schwer kranke Patient unabhängig vom verwendeten Diagnoseinstrument als fehlernährt identifiziert wird. Das bedeutet, dass mit zunehmender Krankheitsschwere Fragen der Trennschärfe zwischen Fehlernährungstypen bzw. der Sensitivität und Spezifität einzelner Diagnosekriterien in den Hintergrund rücken.

4. Welche weiterführende Diagnostik ist sinnvoll?

Die nachfolgend aufgeführten Methoden zur weiteren Diagnostik einer Fehlernährung sind grundsätzlich auch in der klinischen Praxis anwendbar. Sie erforden aber zum Teil spezielle methodische Kenntnisse oder sind mangels repräsentativer Perzentilendaten nicht unkritisch interpretierbar. Es wird empfohlen, vor ihrer Anwendung Rücksprache mit ernährungsmedizinischen Experten zu halten.

4.1 Ursache der Fehlernährung

Die genaue Abklärung einer Fehlernährung ist die Voraussetzung für eine individuelle und gezielte Behandlung. Bereits eine ausführliche Anamnese gibt wertvolle Hinweise darauf, ob z. B. ein unbeabsichtigter Gewichtsverlust auf einer unzureichenden Nahrungsaufnahme oder auf einem erhöhten Bedarf an Nährstoffen basiert. Häufig ist eine differenzierte medizinische Diagnostik notwendig, um rechtzeitig eine gravierende Erkrankung erkennen zu können.

4.1.1 Unzureichende Nahrungszufuhr

Ernährungsgewohnheiten bzw. deren Änderung können einen wichtigen Hinweis auf die Ursache einer Fehlernährung geben. Allgemeine Fragen zu Appetit und Essgewohnheiten sind Bestandteil jeder ärztlichen Anamnese. Die genauere Ermittlung des Verzehrs von Nahrungsmitteln kann durch verschiedene Methoden erfolgen, die entweder prospektiv oder retrospektiv angelegt sind. Erfasst werden dabei Art des verzehrten Lebensmittels, Art der Zubereitung, Häufigkeit des Verzehrs und Portionsgrößen. Die Auswertung erfolgt mittels Nährwerttabellen oder mit spezieller Computer-Software, die von verschiedenen Herstellern angeboten wird. Da retrospektive Methoden (Food frequency, 24-Std.- oder 3-Tage-Ernährungserinnerungsprotokoll) von der Erinnerungsfähigkeit des Patienten abhängen und kurzfristige Verzehrprotokolle nur punktuell die Nahrungszufuhr widerspiegeln, sind Fehler häufig und regelhaft, so dass diese Methoden nicht empfohlen werden können. In der ernährungsmedizinischen Praxis ist zur objektiven Erfassung der Nahrungszufuhr sowie der Ernährungsgewohnheiten ein 7-Tage-Protokoll am besten geeignet [28], in dem der Patient seine komplette Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme anhand von Haushaltsmaßen oder Fotos mit Standardportionsgrößen abschätzt. Die Quantifizierung der Zufuhr von Makronährstoffen ist dabei mit einem Standardfehler von ± 10 % möglich. Die Abweichung für die Mikronährstoffe ist z. T. deutlich höher. Die so erhaltenen Werte werden mit alters- und geschlechtsspezifischen „Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr“ verglichen. Für den deutschsprachigen Raum stehen aktuelle Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr in Form der „DACH“-Referenzwerte zur Verfügung [29]. Unterschiede zwischen empfohlener und ermittelter Nährstoffzufuhr von mehr als zwei Standardabweichungen oder etwa 30 % werden als niedrig oder hoch eingestuft. Dieser Vergleich kann als orientierende Basis für eine Ernährungsberatung oder -intervention dienen. Berücksichtigt werden muss, dass diese Referenzwerte streng genommen nur für Gesunde gelten und bei verschiedenen Erkrankungen von einem abweichenden Bedarf ausgegangen werden muss. Eine kritische Bewertung der Ergebnisse ist zudem auch notwendig, weil Fehlerquellen wie „underreporting“ nicht ausgeschlossen werden können. Eine Plausibilitätskontrolle bezüglich der angegebenen Energieaufnahme kann anhand der Gewichtsveränderung während der Protokollperiode in Relation zum errechneten oder idealerweise kalorimetrisch bestimmten Energiebedarf erzielt werden. Eine Energiezufuhr unterhalb des Grenzwertes von 1,2 × Ruheenergiebedarf („Goldberg cut-off“) ist bei stabilem Körpergewicht unplausibel. Die Plausibilität der Eiweißaufnahme lässt sich anhand der Urinstickstoffausscheidung überprüfen.

4.1.2 Erhöhte Nährstoffverluste

Erhöhte intestinale Nährstoffverluste durch Malassimilation können ebenfalls zu einer Fehlernährung führen, die sowohl einen Gewichtsverlust als auch einen spezifischen Nährstoffmangel bzw. Eiweißmangel betreffen kann. Leitsymptome der Malassimilation sind eine chronischer Diarrhö oder Steatorrhö und Gewichtsverlust. Die Basisdiagnostik umfasst die Stuhlinspektion, die Bestimmung des Stuhlgewichtes und die Fettbestimmung im Stuhl. Unverdaute Nahrungsreste im Stuhl, übler Geruch und ein vermehrtes Stuhlgewicht (> 200 g/d in Europa) weisen auf eine Malassimilation hin. Grau glänzende Fettstühle finden sich bei Steatorrhö. Der Verdacht auf eine Steatorrhö wird erhärtet durch die Fettbestimmung im Stuhl (Normalbereich 7 – 10 g/d; Steatorrhö > 15 g/d). Werte zwischen 10 und 15 g/d finden sich sekundär bei Diarrhöen anderer Ursache. Die Stuhlfettbestimmung erfordert standardisierte Bedingungen, d. h. eine Stuhlsammlung an mehreren aufeinander folgenden Tagen und eine ausreichende orale Fettzufuhr (bei Erwachsenen 100 ± 10 g/d; bei Kindern 40 – 65 g/d). Laborchemische Hinweise auf eine Malassimilation geben: Anämie, niedrige Serumeisen- und Ferritinspiegel, erniedrigte Folsäure- und Vitamin-B_{12}-Spiegel, niedrige Kalzium- und Magnesiumspiegel, niedriges Gesamteiweiß und Albumin und erniedrigte Cholesterinspiegel. Der Malassimilation kann eine Vielzahl unterschiedlicher Erkrankungen zugrunde liegen, die Abklärung der Ursache erfordert eine entsprechende differenzierte gastroenterologische Diagnostik.

4.1.3 Erhöhter Energiebedarf

Hinweise auf einen erhöhten Energieumsatz können sich schon aus der Anamnese ergeben, wenn eine offensichtliche Diskrepanz zwischen Nahrungsaufnahme (Ausschluss einer Anorexie) und Gewichtsverhalten (Gewichtsverlust) besteht. Eine präzise Bestimmung des Ruheenergieumsatzes ist mit der indirekten Kalorimetrie möglich. Das Messprinzip – Bestimmung des O_2-Verbrauches bei gleichzeitiger Bestimmung der CO_2-Abgabe – ist per se einfach, die entsprechenden Geräte sind jedoch teuer und in der klinischen Praxis nicht generell verfügbar.

Neben der direkten Messung des Ruheenergieumsatzes kann dieser mit verschiedenen Formeln (z. B. nach Harris u. Benedict [30], WHO [31]) geschätzt werden. Der so erhaltene Wert wird mit Faktoren für die körperliche Aktivität und bei Kranken zusätzlich für die Krankheitsaktivität multipliziert. Die Schätzformeln sind jedoch im Einzelfall ungenau und können bei Schwerkranken und Patienten mit ausgeprägter Mangelernährung um bis zu 50 % abweichen [28]. Bei gleichzeitiger Messung und Schätzung sollte die Abweichung < 10 % betragen. Bei Abweichungen von > + 20 % besteht ein Hypermetabolismus, bei Differenzen 4 > – 15 % ein Hypometabolismus.

4.2 Körperzusammensetzung

Unter Körperzusammensetzung versteht man die Aufteilung der Körpermasse in mehrere Kompartimente (z. B. Fettmasse, fettfreie Masse, Körperzellmasse, Muskelmasse und Körperwasser). Die Körperzusammensetzung liefert wichtige Informationen, da sich bei Fehlernährung der Anteil der Kompartimente am Körpergewicht stark verändert. In der klinischen Praxis stehen drei technische einfache und kostengünstige „Bedside"-Methoden zur Verfügung, um die Größe einzelner Körperkompartimente abzuschätzen: Die Anthropometrie, die bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) und der Kreatiningrößenindex. Die Gleichungen zur Berechnung der Körperzusammensetzung beruhen auf Validierungsstudien dieser Methoden gegen aufwändige Referenzmethoden. Streng genommen sind diese empirischen Gleichungen nicht zwischen verschiedenen Populationen übertragbar. Ihre Resultate sollten nur unter Kenntnis der Fehlerquellen interpretiert werden.

4.2.1 Anthropometrie

Die Anthropometrie beruht auf der Messung von Hautfaltendicken bzw. Umfängen an definierten Lokalisationen und liefert Messwerte für die Fettmasse und Muskelmasse.

Fettmasse

Europäische Referenzwerte für vier standardisierte Hautfalten (über dem M. triceps, M. biceps, in der Subskapular- und Suprailiakalregion) wurden für Erwachsene zu Beginn der 70er-Jahre von Durnin u. Womersley [32] publiziert. Die Autoren entwickelten einen Algorithmus zur Berechnung der prozentualen Fettmasse. Der Umfang der Datenbasis (n = 481) ist begrenzt, Perzentilenkurven wurden nicht publiziert. Als unterer Grenzwert wird eine Summe aller vier Hautfalten von 15 mm angegeben. Dies entspricht bei jungen Erwachsenen einer prozentualen Fettmasse von 4,8 % (Männer) bzw. 10,5 % (Frauen).

Die Berechnung der Armfettfläche basierend auf der Trizepshautfalte und dem Oberarmumfang bietet keinen generellen Vorteil vor der Hautfaltenmessung und wird für die klinische Praxis nicht empfohlen.

Muskelmasse

Eine grobe Abschätzung der Muskelmasse ist mit Hilfe von Oberarmumfangmessung möglich. Der Oberarmumfang (OAU) – gemessen in halber Höhe zwischen Olekranonfortsatz und Akromiumspitze – reflektiert sowohl subkutanes Fett als auch Muskelmasse am Arm (Referenzwerte siehe Tab. **6**). In Verbindung mit der Dicke der Trizepshautfalte (THF) können unter Annahme eines kreisförmigen Oberarmquerschnittes der Armmuskelumfang (AMU) und die korrespondierende Querschnittsfläche (Armmuskelfläche, AMF) als Indikator für den somatischen Proteinbestand berechnet werden. Bei der korrigierten Armmuskelfläche (KAMF) wird der Humerusquerschnitt durch Subtraktion eines Faktors von 10 cm^2 bei Männern und 6,5 cm^2 bei Frauen berücksichtigt [33].

Wir definieren ein Risiko für einen Eiweißmangel bei Werten unterhalb der 10. Perzentile der altersspezifischen Norm. Repräsentative deutsche Referenzwerte liegen nicht vor. Wir verweisen daher auf die von Frisancho erstellten Perzentilen aus der NHANES I, die von 1971 – 1974 erhoben wurden [8]. Die entsprechenden Werte sind in Tab. **8** u. **9** angegeben.

Eine KAMF ≤ 16,0 cm^2 bei Männern und ≤ 16,9 cm^2 bei Frauen ist mit einer schlechten klinischen Prognose verbunden. Bei Werten zwischen 16,1 und 21,4 cm^2 bei Männern und zwischen 17,0 und 21,6 cm^2 bei Frauen liegt ebenfalls ein erhöhtes Mortalitätsrisiko vor [34, 35].

Beachte: Aufgrund hoher Variation zwischen verschiedenen Individuen sind anthropometrische Werte bei Einzelpersonen nur bedingt aussagekräftig. Eine relativ hohe Variabilität zwischen verschiedenen Untersuchern [36] erfordert die Durchführung der Messungen durch denselben Untersucher mit konstanter Technik.

4.2.2 Bioelektrische Impedanzanalyse

Die bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) benutzt den Widerstand des Körpers gegen einen schwachen elektrischen Wechselstrom zur Abschätzung der Körperzusammensetzung [37].

Ganzkörperwasser

Da der Strom nur durch das ionenhaltige Körperwasser geleitet wird, lässt sich aus dem gemessenen Widerstand das Volumen des Körperwassers berechnen. Dabei ist das Volumen proportional zur Länge des Leiters und indirekt proportional zum elektrischen Widerstand. Der Quotient Körpergröße^2/Widerstand wird als Impedanzindex bezeichnet und zeigte eine sehr gute Korrelation mit dem Ganzkörperwasser, gemessen mit Dilutionsmethoden [38]. Basierend auf diesem Index wurden zur genauen Quantifizierung des Ganzkörperwassers in den letzten 20 Jahren zahlreiche Regressionsgleichungen propagiert, die sich zum Teil erheblich unterscheiden und zusätzliche Faktoren wie das Körpergewicht, Alter und Geschlecht in unterschiedlichem Maße berücksichtigen. Eine generelle Empfehlung für eine Formel kann nicht gegeben werden. Die isolierte Bestimmung des Ganzkörperwassers kann für die Diagnostik von Hydratationsstörungen vor allem im Verlauf sinnvoll sein. Perzentilenkurven liegen nicht vor.

Extrazelluläres Wasser

Die Bestimmung des extrazellulären Wassers mittels BIA basiert auf dem Phänomen, dass sich Wechselstrom niedrigerer Frequenz überwiegend im Extrazellularraum ausbreitet und die Zellmembranen nicht durchdringt. Auch für diese Anwendung wurden sehr unterschiedliche Formeln entwickelt. Die Bestimmung des extrazellulären Wassers zusammen mit dem Ganzkörperwasser kann auch für die Diagnostik einer Fehlernährung zusätzliche Informationen geben, da das intrazelluläre Wasser als indirektes Maß der Körperzellmasse aus der Differenz Ganzkörperwasser – extrazelluläres Wasser abgeschätzt wird. Bei fortschreitender Eiweißmangelernährung komme es zu einer Reduktion der Körperzellmasse bei gleichzeitiger Expansion des Extrazellularraumes. In dieser Situation können das Körpergewicht und die fettfreie Masse aufgrund der Wassereinlagerung noch normal sein, obwohl bereits ein messbarer Abbau der Muskulatur oder der Körperzellmasse besteht. Aufgrund fehlender Referenzwerte der Normalbevölkerung kann aber die Bestimmung des extrazellulären Wassers mittels BIA zur Diagnostik der Fehlernährung derzeitig nicht generell empfohlen werden.

Fettfreie Masse

Wegen des recht konstanten Wassergehaltes der fettfreien Masse lässt auch diese sich mit einiger Genauigkeit abschätzen.

Für gesunde Erwachsene wurden BIA-Referenzwerte im Vergleich mit Dual-Energy X-Ray-Absorptiometrie (DEXA) als Referenzmethode von einer Schweizer Arbeitsgruppe erarbeitet [26, 39]. Die jüngste Version basiert auf Messungen an 5225 Frauen und Männern im Alter von 15 – 98 Jahren, die jedoch keine Zufallsstichprobe aus der Bevölkerung darstellen. Die 5. und 10. Perzentile für die fettfreie Masse sind für verschiedene Altersgruppen in der Tab. **12** wiedergegeben. Die Brauchbarkeit dieser Perzentilen für die Diagnostik einer Fehlernährung wurde von der gleichen Arbeitsgruppe an 995 Patienten operativer und konservativer Disziplinen im Vergleich zu 995 gesunden Kontrollpersonen mit vergleichbarem Alter und Größe sowie gleicher Geschlechtsverteilung überprüft [40]. Die Autoren verwendeten als Definition einer Fehlernährung einen BMI < 20 kg/m^2. Gemessen daran sind 17,3 % der Patienten fehlernährt, während 31,2 % der Patienten eine FFM < der 10. Perzentile hatten. Bei den Gesunden hatten 8,6 % einen BMI < 20 und nur 9,9 % eine FFM < der 10. Perzentile. Daraus folgt, dass die BIA-FFM bei einer nicht kleinen Untergruppe der Kranken bereits vermindert ist, wenn das Körpergewicht noch im Normbereich liegt. In einer Weiterentwicklung dieser Referenzwerte wurde von der gleichen Arbeitsgruppe ein FFM-Index vorgeschlagen, in dem – analog zum BMI – die fettfreie Masse auf die Körpergröße bezogen wird [41]. Die entsprechenden Perzentilen sind in Tab. **13** wiedergegeben. Die klinisch-prognostische Wertigkeit der verwendeten Perzentilen wurde allerdings bislang noch nicht überprüft.

Die Arbeitsgruppe von C. Pichard hat auf einer Datenbasis von 480 Patienten auch Vorhersagegleichungen für chronisch Kranke erarbeitet [42].

Für Kinder und Jugendliche gibt es derzeitig vereinzelt BIA-Datensätze, welche aber mangels Vereinheitlichung (unterschiedliche Algorithmen und Referenzmethoden) zurzeit nicht herangezogen werden können [43]. Eine BIA-Datenbank für Kinder und Jugendliche in Deutschland ist zurzeit im Aufbau.

Fettmasse

Die Fettmasse wird durch Subtraktion der fettfreien Masse vom Gewicht berechnet. Selbst kleine Fehler in der Schätzung der fettfreien Masse setzen sich daher in prozentual größere Fehler der Fettmasse fort (Fehlerpropagation). In mehreren Studien wurde gezeigt, dass die BIA im Vergleich zur Hydrodensitometry als Referenzmethode die Fettmasse unterschätzt, wobei die durchschnittlichen Abweichungen bei normal ernährten Menschen geringer sind (2 – 2,5 %) [44] als bei Adipösen (12,8 – 13,6 %) [45]. Ähnliche Abweichungen wurden auch beobachtet, wenn DEXA als Referenzmethode verwendet wurde [46]. Auch für die Fettmasse liegen Schweizer Referenzwerte aus der Arbeitsgruppe von C. Pichard vor, sie sind in Tab. **10** aufgeführt. Referenzwerte für den Fettmassenindex (Fettmasse [kg]/Körpergröße [m^2]) sind in Tab. **11** wiedergegeben.

Körperzellmasse

Das Massenverhältnis zwischen Intrazellulär- und Extrazellulärraum (Körperzellmasse und Extrazellulärmasse) kann man ebenfalls mithilfe der BIA abschätzen. Hierzu werden Relationen zwischen verschiedenen Teilwiderständen verwendet (z. B. bei

verschiedenen Frequenzen oder zwischen zwei Vektorkomponenten des Widerstands = Phasenwinkel). All diese Berechnungen beruhen auf Gleichungen, die empirisch aus dem Vergleich mit Referenzmethoden gewonnen wurden. Für die Berechnung der Körperzellmasse existieren einige (wenige) Gleichungen, die vor allem an HIV-Patienten validiert wurden [47, 48]. Allgemein akzeptierte Referenzwerte liegen jedoch nicht vor. Klinische Studien an ausgewählten Patientengruppen zeigten, dass bei Patienten mit chronischer Lebererkrankung eine Körperzellmasse < 35 % des Körpergewichtes vor Lebertransplantation mit einer signifikant höheren Mortalität im Langzeitverlauf nach LTx assoziiert war [49]. Die gleiche Arbeitsgruppe belegte zudem eine höhere Mortalität bei HIV-Patienten, wenn die Körperzellmasse < 30 % des KG war [50]. In diesen Studien wurde die Körperzellmasse mit einem Algorithmus des Geräteherstellers (Data Input GmbH, Hofheim) bestimmt, der u. a. den Phasenwinkel berücksichtigt, dessen Einzelkonstanten jedoch bislang nicht publiziert wurden. Ob die angegebenen Grenzwerte allgemeine Gültigkeit haben, wurde noch nicht untersucht, insofern kann auch noch keine generelle Empfehlung gegeben werden.

Beachte: Die Genauigkeit der BIA für verschiedene Kompartimente lässt sich wie folgt anordnen:

Ganzkörperwasser > fettfreie Masse > Extrazellulärwasser/-masse >> Fettmasse > Körperzellmasse [51]. Manche Geräte haben eingebaute Algorithmen zur Berechnung der Körperzusammensetzung, die auf nicht überprüfbaren Annahmen beruhen und daher klinisch wertlos sind. BIA-Daten sollten stets unter Verweis auf die verwendete Gleichung berichtet werden. Diese Gleichung sollte, wann immer möglich, aus einer vergleichbaren Patientenpopulation stammen.

4.2.3 Urin-Kreatinin-Methode (Muskelmasse)

Die Muskelmasse kann anhand der Kreatininausscheidung im 24-h-Sammelurin abgeschätzt werden. Diese Methode basiert auf zwei Grundannahmen:

1. Kreatin findet sich fast ausschließlich in der Skelett- und glatten Muskulatur in einer konstanten Konzentration pro Kilogramm Muskelmasse und wird von der Muskulatur in konstanten Tagesraten in die Zirkulation abgegeben und
2. Kreatin wird nichtenzymatisch und irreversibel zu Kreatinin konvertiert und in konstanten Tagesraten über die Nieren ausgeschieden [52].

Tatsächlich sind verschiedene Einflussfaktoren zu berücksichtigen: Niereninsuffizienz, fleischfreie Kost (niedrigere Kreatininausscheidung); fleischreiche Kost, stärkere körperliche Aktivität, Trauma, Fieber oder Infektionen (erhöhte Kreatininausscheidung). Die wichtigste Fehlerquelle sind aber Urinsammelfehler. Idealerweise wird der Mittelwert von drei aufeinander folgenden Tagen bei fleischfreier Kost verwendet. Auch unter idealen Bedingungen beträgt der Variationskoeffizient von Wiederholungsmessungen an Gesunden 4 – 8 %. Unter klinischen Bedingungen wurden z. B. bei Patienten mit Leberzirrhose höhere Variationskoeffizienten bis 12 % beschrieben [53].

Zur Interpretation kann der Messwert nach Bistrian [54, 55] als Kreatinin-Größen-Index auf eine für die Körpergröße und das Geschlecht ideale Kreatininausscheidung bezogen werden, womit eine prozentuale Abweichung von einem definierten Normwert errechnet werden kann. Für Kinder und Jugendliche gibt es aktuelle deutsche Referenzwerte der idealen Kreatininausscheidung, die im Rahmen der DONALD-Studie an 494 Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 – 18 Jahren erhoben wurden [29]. Sie sind in Tab. **14** wiedergegeben. Für Erwachsene muss noch auf die älteren – kalkulierten – Referenzwerte von Bistrian [54, 55] verwiesen werden. Die Berechnung der idealen Urin-Kreatinin-Werte basiert dabei auf dem idealen Körpergewicht für die jeweilige Körpergröße, wobei für Männer ein Kreatininkoeffizient von 23 mg/kg und für Frauen von 18 mg/kg ideales Körpergewicht zugrunde gelegt wird. Die kalkulierten Referenzwerte sind in Tab. **15** angegeben. Ein Kreatinin-Größen-Index < 80 % entspricht einem moderaten, ein Wert < 60 % einem schweren Muskelmassenverlust.

Aufgrund der hohen Varianz der Methode ist eine vorsichtige Interpretation der Werte ratsam.

4.3 Viszeraler Proteinstatus

Neben dem Albumin mit einer Halbwertszeit von 20 Tagen (siehe auch 3.2.a und 3.2.b) werden weitere Serumproteine als Indikatoren für einen Eiweißmangel verwendet: *Transferrin* (HWZ 8 Tage) ist durch seine Funktion als Eisentransportprotein und die Abhängigkeit vom Eisenstoffwechsel allein zur Beurteilung des Proteinstatus ungeeignet. Tranferrin ist invers mit den Eisengewebespeichern verbunden. Niedrige Transferrinwerte sind deshalb nicht eindeutig einem Proteinmangel zuzuordnen. Werte unter 2 g/l werden als Hinweis für Proteinmangel gewertet.

Präalbumin und *Retinol-bindendes-Globulin* (RBG) reagieren aufgrund der kurzen Halbwertszeit (2 Tage bzw. 12 Stunden) schnell auf Proteinrestriktion und steigen bei Zufuhr schnell wieder an. Sie sind daher zur frühzeitigen Identifikation von Mangelzuständen und zur Kontrolle von Ernährungsmaßnahmen geeignet.

Für Präalbumin gelten Werte zwischen 0,1 und 0,4 g/l als normal, für RBG Werte zwischen 0,03 und 0,06 g/l.

4.4 Immunfunktion

Die Funktion des Immunsystems ist unter anderem abhängig vom Ernährungsstatus, daher können Änderungen der Immunantwort auch Ausdruck einer Änderung des Ernährungsstatus sein. Insbesondere findet sich bei Fehlernährung eine Abschwächung der T-Zell-vermittelten Immunität, eine Abschwächung des Komplementsystems, der Phagozytoseaktivität, der mukosalen Antikörpersekretion und der Antikörperaffinität. Ein Mangel an einzelnen Mikronährstoffen wie z. B. Zink, Selen, Eisen, Kupfer, Vitamine A, C, E, B_6 und Folsäure beeinträchtigen ebenfalls den Immunstatus [56]. Klinisch spiegeln sich diese Veränderungen in einem erhöhten Infektionsrisiko von fehlernährten Patienten wieder.

Am besten evaluiert und auch praktisch umsetzbar sind die Bestimmung der absoluten Lymphozytenzahl und die Reaktion (T-Zell Reaktion) auf intrakutane Applikation von Standardantigenen (z. B. Merieux-Hauttest). Eine absolute Lymphozytenzahl < 1200/nl gilt als pathologisch. Werte zwischen 800 und 1200/nl entsprechen einer moderaten, Werte < 800/nl einer schweren Fehlernährung. Bei den Hautsensitivitätstests wird die kutane

Reaktion nach einem definierten Zeitraum (meist 48 h) abgelesen. Ein Durchmesser der Intrakutanreaktion < 5 mm gilt als pathologisch [57].

Häufig ist es jedoch nicht möglich zu unterscheiden, ob die Veränderung des Immunstatus Folge einer spezifischen Erkrankung oder der Fehlernährung ist.

4.5 Summenscores/Indizes

In klinischen Studien wurden verschiedene Summenscores propagiert, die auf einer Kombination mehrerer objektiver oder objektiver und subjektiver Parameter basieren. Sie sollen dadurch robuster gegenüber Fehleinschätzungen des Ernährungszustandes sein als isoliert betrachtete Parameter. Nachteile sind:

1. Eine Validierung ist genau genommen nicht möglich, da es keine einzelne Referenzgröße gibt; die Aussagekraft kann nur anhand von klinischen Verlaufsuntersuchungen überprüft werden;
2. einige Scores berücksichtigen das Serumalbumin und/oder andere Laborparameter, die nicht ausschließlich ernährungsabhängig sind oder basieren auf komplizierten Algorithmen, die in der klinischen Praxis nicht generell anwendbar sind (z. B. PCM-Score [57]; Maastricht-Index [58]; Nutritional Risk Index [59]; Mini Nutritional Assessment [60]);
3. sie verwenden unscharfe Definitionen der Art der Fehlernährung;
4. die meisten Scores sind als Screeninginstrumente konzipiert und für Verlaufsuntersuchungen nicht geeignet.

Eine generelle Empfehlung zur Anwendung dieser Scores kann daher nicht gegeben werden.

Hervorzuheben ist jedoch der *„Subjective Global Assessment“* (SGA) von Detsky [61], der ausschließlich auf der Anamnese bezüglich Änderungen des Gewichtes und der Nahrungszufuhr, gastrointestinaler Symptome, der Leistungsfähigkeit und des Nährstoffbedarfs sowie einer einfachen körperlichen Untersuchung (Ödeme, Aszites, Muskelmasse, Fettmasse) basiert. Der Ernährungszustand des Patienten wird dabei vom Untersucher subjektiv als A = gut ernährt, B = mäßige Mangelernährung/Verdacht auf Mangelernährung und C = schwere Mangelernährung klassifiziert. Als Vorteil des SGA gilt, dass er die Aufmerksamkeit auch von Unerfahrenen auf ein mögliches Ernährungsproblem lenkt und in wenigen Minuten ohne apparativen Aufwand durchführbar ist. Als Nachteil muss die Varianz zwischen verschiedenen Untersuchern genannt werden [62, 63]. Bezogen auf unsere Definitionen erfasst der SGA am ehesten Patienten mit krankheitsassoziiertem Gewichtsverlust, da Gewichtsverlust in den vergangenen sechs Monaten ein wesentliches Kriterium für die Klassifikation des SGA darstellt. Die Autoren empfehlen, die Originalpublikation mit Fallbeispielen sorgfältig zu studieren.

Der SGA wurde in den letzten Jahren vielfältig angewendet, z. T. auch modifiziert und zeigte eine gute Aussagekraft für eine ungünstige klinische Prognose bei verschiedenen Erkrankungen [18, 64].

5. Glossar

In der Literatur finden sich zahlreiche Begriffe zur Beschreibung von Fehlernährung, deren Anwendung in der klinischen Praxis aus unterschiedlichen Gründen schwierig ist:

Kachexie: griechisch: „schlechter Zustand“. Dieser Begriff entspricht am ehesten der deutschen „Auszehrung“ und wird vor allem bei Tumorleiden (Tumorkachexie) und chronischer Herzinsuffizienz (kardiale Kachexie) verwendet. Der Begriff ist unscharf und wird im klinischen Alltag häufig für eine extreme krankheitsbedingte Fehlernährung verwendet.

Anorexie: griechisch: „ohne Appetit sein“. Meint im engeren Sinne Appetitlosigkeit, im weiteren Sinne Fehlernährung infolge unzureichender Nahrungsaufnahme durch Appetitlosigkeit. Die Art der Fehlernährung ist durch den Begriff nicht charakterisiert. Der Begriff ist daher lediglich geeignet, die mittelbare Ursache einer Fehlernährung zu beschreiben. Auch die eigentliche Ursache der Appetitlosigkeit ist nicht enthalten (z. B. Depression, Schmerz, Cholestase, Chemotherapie).

Wasting: engl. „Schwund“. Im weiteren Sinne Verfall, Kräfteverfall mit Gewichtsverlust. Im engeren Sinne als „muscle wasting“ fortschreitender Abbau der Muskulatur. Feststehender Begriff als „wasting syndrome“ bei der AIDS-Falldefinition als unbeabsichtigter Gewichtsverlust von > 10 % und entweder chronischer Diarrhö (> 1 Monat) oder anhaltender Schwäche mit nachgewiesenem Fieber, die sich auf keine andere Ursache als die HIV-Infektion zurückführen lassen. „Wasting“ kommt unserer Definition eines krankheitsassoziierter Gewichtsverlustes sehr nahe, da er die Dynamik der Fehlernährung umfasst, wird aber in der Literatur nicht konsequent verwendet.

Kwashiorkor: (westafrik. „Roter Knabe“) Ursprünglich definiert als schwerer, weitgehend mit dem Mehlnährschaden identischer Eiweiß- und Vitaminmangelzustand bei älteren Säuglingen und Kleinkindern in tropischen Entwicklungsländern. Das Krankheitsbild tritt bei uns praktisch nicht auf. Allgemeine Verwendung auch in Europa bei Erwachsenen zur Charakterisierung eines spezifischen Fehlernährungstyps mit ausreichender Energie aber unzureichender Eiweißaufnahme, wobei das Gewicht und die Muskelmasse noch normal sein können, die viszerale Proteinsynthese aber deutlich vermindert ist.

Marasmus: griechisch: „schwach werden“. Neben dem „Kwashiorkor“ einer der klassischen Fehlernährungstypen. Sammelbegriff für verschiedene Mangelzustände durch primär verminderte Energieaufnahme. Einhergehend mit Gewichtsverlust, Verlust der Fett- und der Muskelmasse bei noch normaler viszeraler Proteinsynthese. Begriffliche Überschneidung mit Kachexie oder Protein-Energie-Malnutrition.

Protein-Energie-Malnutrition: ursprünglich engl. „protein-energy-malnutrition“. Dieser Begriff wird häufig verwendet und versucht der Tatsache Rechnung zu tragen, dass es bei fortschreitender Fehlernährung nicht nur zu einem Verlust der Fettmasse, sondern auch zu einem Verlust an fettfreier, Muskel- oder Körperzellmasse bzw. Mangel an viszeralen Proteinen kommt. Die dafür herangezogenen Parameterkombinationen sind zum Teil

sehr unterschiedlich, so dass letzlich keine einheitliche Definition existiert.

Sarkopenie: Verlust an Muskelmasse bei längerwährender körperlicher Inaktivität und Bettlägerigkeit.

6. Referenzwerte zur Diagnostik von Unter- und Mangelernährung

6.1 Bodymass-Index

Tab. **4** 6.1.1 **Kinder und Jugendliche.** Geschlechts- und altersspezifische BMI-Grenzwerte (kg/m²) entsprechend der 10. Perzentile, die ein Risiko für eine Unterernährung anzeigen. Zum Vergleich ist der jeweilige Median der Population mitaufgeführt

Altersgruppe	*Jungen*		*Mädchen*	
	10. P.	*Median*	*10. P.*	*Median*
Neugeborene	11,0	12,7	11,0	12,6
1. Lebensjahr	15,2	16,8	14,8	16,4
2. Lebensjahr	14,6	16,1	14,3	15,9
3. Lebensjahr	14,1	15,6	13,9	15,5
4. Lebensjahr	13,9	15,5	13,7	15,3
5. Lebensjahr	13,8	15,4	13,6	15,3
6. Lebensjahr	13,8	15,5	13,6	15,4
7. Lebensjahr	13,9	15,7	13,7	15,6
8. Lebensjahr	14,1	16,0	13,9	16,0
9. Lebensjahr	14,3	16,4	14,2	16,5
10. Lebensjahr	14,6	16,9	14,5	16,9
11. Lebensjahr	15,0	17,4	14,9	17,5
12. Lebensjahr	15,4	18,0	15,4	18,2
13. Lebensjahr	15,9	18,6	16,1	18,9
14. Lebensjahr	16,5	19,3	16,7	19,6
15. Lebensjahr	17,1	19,9	17,3	20,2
16. Lebensjahr	17,6	20,5	17,7	20,6
17. Lebensjahr	18,1	21,0	18,0	21,0
18. Lebensjahr	18,6	21,6	18,4	21,3

Quelle: Kromeyer-Hauschild et al. 2001 [4]. Daten-Erhebungszeitraum: 1985 – 1999. Land: Deutschland (neue und alte Bundesländer)

Tab. **5** 6.1.2 **Erwachsene.** Geschlechts- und altersspezifische BMI-Werte (kg/m²) entsprechend der 10. Perzentile und dem Median

Altersgruppe	*Männer*		*Frauen*	
	10. P.	*Median*	*10. P.*	*Median*
18 – 19	19,7	22,8	18,6	22,0
20 – 29	21,0	24,3	19,4	22,8
30 – 39	22,1	25,9	20,1	23,6
40 – 49	23,1	27,1	20,7	25,2
50 – 59	23,8	27,6	21,8	26,9
60 – 69	23,5	27,9	22,6	28,0
70 – 79	24,0	27,3	22,9	27,7

Quelle: Mensink, Daten des Bundes-Gesundheitssurveys 1998, Robert Koch-Institut, 2001 [65]. Daten-Erhebungszeitraum: 1998. Land: Deutschland (neue und alte Bundesländer).
Beachte: Der Bundes-Gesundheitssurvey wurde nach strengen epidemiologischen Gesichtspunkten an 7124 Personen im Alter von 18 – 75 Jahren durchgeführt, berücksichtigte sowohl alte als auch neue Bundesländer sowie verschiedene Gemeindegrößen und gilt daher als repräsentativ für die deutsche Bevölkerung. Mehr als 50 % der Population ist übergewichtig. Daher ist es nicht sinnvoll, die 10. Perzentile (zwischen 19,3 und 24,0 kg/m²) als Referenz für die Erfassung einer Unterernährung heranzuziehen. Wir empfehlen deshalb den von der WHO empfohlenen Grenzwert von 18,5 kg/m². Die Daten des Bundes-Gesundheitssurvey dienen dem Vergleich mit den nachfolgenden Referenzdaten, die außerhalb Deutschlands erhoben wurden.

6.2. Anthropometrie

Tab. **6** 6.2.1 **Oberarmumfang.** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für den Oberarmumfang (mm) entsprechend der 5. und 10. Perzentile

Altersgruppe	*Jungen/Männer*		*Mädchen/Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
1 – 1,9	142	146	138	142
2 – 2,9	141	145	142	145
3 – 3,9	150	153	143	150
4 – 4,9	149	154	149	154
5 – 5,9	153	160	153	157
6 – 6,9	155	159	156	162
7 – 7,9	162	167	164	167
8 – 8,9	162	170	168	172
9 – 9,9	175	178	178	182
10 – 10,9	181	184	174	182
11 – 11,9	186	190	185	194
12 – 12,9	193	200	194	203
13 – 13,9	194	211	202	211
14 – 14,9	220	226	214	223
15 – 15,9	222	229	208	221
16 – 16,9	244	248	218	224
17 – 17,9	246	253	220	227
18 – 18,9	245	260	222	227
19 – 24,9	262	272	221	230
25 – 34,9	271	282	233	240
35 – 44,9	278	287	241	251
45 – 54,9	267	281	242	256
55 – 64,9	258	273	243	257
65 – 74,9	248	263	240	252

Quelle: Frisancho 1981 [8]. Daten-Erhebungszeitraum: 1971 – 1974 (NHANES I). Land: USA (48 Bundesstaaten)
Anmerkung: Die 10. BMI-Perzentilen der NHANES I beträgt für Jungen und Mädchen 1. – 10. Lebensjahr 14,1 – 15,6 kg/m^2 bzw. 13,7 – 14,9 kg/m^2; 11. – 18. Lebensjahr 15,0 – 18,5 bzw. 14,5 – 17,9 kg/m^2 und zeigt damit eine gute Übereinstimmung mit den Perzentilen für Kinder und Jugendliche in Deutschland (siehe Tab. **4**). Für erwachsene Männer und Frauen vom 19. – 74. Lebensjahr betrug die 10. Perzentile der NHANES I 19,6 – 21,4 bzw. 18,4 – 20,7 kg/m^2 und liegt damit z. T. deutlich unterhalb der vergleichbaren Werte des Bundes-Gesundheitssurveys (siehe Tab. **5**).

Tab. **7** 6.2.2 **Trizepshautfalte.** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für die Trizepshautfaltendicke (mm) entsprechend der 5. und 10. Perzentile

Altersgruppe	*Jungen/Männer*		*Mädchen/Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
1 – 1,9	6	7	6	7
2 – 2,9	6	7	6	8
3 – 3,9	6	7	7	8
4 – 4,9	6	6	7	8
5 – 5,9	6	6	6	7
6 – 6,9	5	6	6	6
7 – 7,9	5	6	6	7
8 – 8,9	5	6	6	8
9 – 9,9	6	6	8	8
10 – 10,9	6	6	7	8
11 – 11,9	6	6	7	8
12 – 12,9	6	6	8	9
13 – 13,9	5	5	8	8
14 – 14,9	4	5	9	10
15 – 15,9	4	5	8	10
16 – 16,9	4	5	10	12
17 – 17,9	5	5	10	12
18 – 18,9	4	5	10	12
19 – 24,9	4	5	10	11
25 – 34,9	5	6	10	12
35 – 44,9	5	6	12	14
45 – 54,9	6	6	12	16
55 – 64,9	5	6	12	16
65 – 74,9	4	6	12	14

Quelle: Frisancho 1981 [8]. Daten-Erhebungszeitraum: 1971 – 1974 (NHANES I). Land: USA (48 Bundesstaaten)
Anmerkung: siehe 6.2.1.

Tab. **8** 6.2.3 **Armmuskelumfang.** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für den Armmuskelumfang (mm) entsprechend der 5. und 10. Perzentile

Altersgruppe	*Jungen/Männer*		*Mädchen/Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
1 – 1,9	110	113	105	111
2 – 2,9	111	114	111	114
3 – 3,9	117	123	113	119
4 – 4,9	123	126	115	121
5 – 5,9	128	133	125	128
6 – 6,9	131	135	130	133
7 – 7,9	137	139	129	135
8 – 8,9	140	145	138	140
9 – 9,9	151	154	147	150
10 – 10,9	156	160	148	150
11 – 11,9	159	165	150	158
12 – 12,9	167	171	162	166
13 – 13,9	172	179	169	175
14 – 14,9	189	199	174	179
15 – 15,9	199	204	175	178
16 – 16,9	213	225	170	180
17 – 17,9	224	231	175	183
18 – 18,9	226	237	174	179
19 – 24,9	238	245	179	185
25 – 34,9	243	250	183	188
35 – 44,9	247	255	186	192
45 – 54,9	239	249	187	193
55 – 64,9	236	245	187	196
65 – 74,9	223	235	185	195

Quelle: Frisancho 1981 [8]. Daten-Erhebungszeitraum: 1971 – 1974 (NHANES I). Land: USA (48 Bundesstaaten). Anmerkung: Berechnung: AMU [mm] = OAU [mm] – $\pi \times$ THF [mm]
Siehe auch Anmerkung zu 6.2.1.

Tab. **9** 6.2.4 **Armmuskelfläche.** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für die Armmuskelfläche (mm^2) entsprechend der 5. und 10. Perzentile

Altersgruppe	*Jungen/Männer*		*Mädchen/Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
1 – 1,9	956	1014	885	973
2 – 2,9	973	1040	973	1029
3 – 3,9	1095	1201	1014	1133
4 – 4,9	1207	1264	1058	1171
5 – 5,9	1298	1411	1238	1301
6 – 6,9	1360	1447	1354	1414
7 – 7,9	1497	1548	1330	1441
8 – 8,9	1550	1664	1513	1566
9 – 9,9	1811	1884	1723	1788
10 – 10,9	1930	2027	1740	1784
11 – 11,9	2016	2156	1784	1987
12 – 12,9	2216	2339	2092	2182
13 – 13,9	2363	2546	2269	2426
14 – 14,9	2830	3147	2417	2562
15 – 15,9	3138	3317	2426	2518
16 – 16,9	3625	4044	2308	2567
17 – 17,9	3998	4252	2442	2674
18 – 18,9	4070	4481	2398	2538
19 – 24,9	4508	4777	2538	2728
25 – 34,9	4694	4963	2661	2826
35 – 44,9	4844	5181	2750	2948
45 – 54,9	4546	4946	2784	2956
55 – 64,9	4422	4783	2784	3063
65 – 74,9	3973	4411	2737	3018

Quelle: Frisancho 1981 [8]. Daten-Erhebungszeitraum: 1971 – 1974 (NHANES I). Land: USA (48 Bundesstaaten). Anmerkung: Berechnung: AMF [mm^2] = AMU $[mm]^2/4\pi$
Siehe auch Anmerkung zu 6.2.1.

6.3. Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

Tab. **10** 6.3.1 **Prozentuale Fettmasse.** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für die prozentuale Fettmasse (% Körpergewicht) bei älteren Jugendlichen und Erwachsenen ermittelt mit 50-kHz-BIA entsprechend der 5. und 10. Perzentile nach Pichard

Altersgruppe	*Männer*		*Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
15 – 24	9,3	10,7	19,0	20,4
25 – 34	11,0	12,4	17,7	19,5
35 – 44	11,0	13,0	17,8	19,4
45 – 54	11,8	14,1	18,0	20,8
55 – 64	12,0	13,8	21,4	24,4
65 – 74	14,6	17,2	24,4	27,3
75 – 84	15,5	18,0	25,9	29,1
> 85	17,1	19,8	22,6	24,3

Quelle: Kyle et al. 2001 [39]. Daten-Erhebungszeitraum: 1991 – 2000. Land: Schweiz (Genf)
Anmerkung: Die Fettmasse wird indirekt aus der Differenz: Gewicht – fettfreie Masse bestimmt. Die Werte gelten nur bei Verwendung der folgenden Formel zur Bestimmung der fettfreien Masse: – 4,104 + (0,518 × Größe^2/R) + (0,231 × Gewicht) + (0,130 × Xc) + 4,229 × Geschlecht (m = 1; f = 0).
Der mittlere BMI der Population lag bei Männern zwischen minimal 22,2 (15 – 24 J.) und maximal 26,2 kg/m^2 (> 85 J.) und bei Frauen zwischen 21,0 (15 – 24 J.) und 25,9 kg/m^2 (65 – 74 J.). Der mittlere BMI der gesamten Population (Altersbereich von 15 – 98 Jahre) lag bei Männern bei 23,9 und bei Frauen bei 22,5 kg/m^2. Der Median des BMIs der erwachsenen deutschen Bevölkerung (siehe Tab. **5**) liegt derzeit bei minimal 22,0 – 22,8 kg/m^2 (Altersgruppe 18 – 19 Jahre) und maximal 27,9 – 28,0 kg/m^2 (Altersgruppe 60 – 69 Jahre). Daraus folgt, dass in der Genfer Population im Vergleich zur deutschen Bevölkerung übergewichtige Personen unterrepräsentiert sind.

Tab. **11** 6.3.2 **Fettmassenindex (FMI).** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für den Fettmassenindex (Fettmasse [kg]/Körpergröße [m^2]) bei Erwchsenen ermittelt mit 50-kHz-BIA entsprechend der 5. und 10. Perzentile nach Pichard

Altersgruppe	*Männer*		*Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
18 – 34	2,2	2,5	3,5	3,9
35 – 54	2,5	2,9	3,4	3,9
55 – 74	2,8	3,4	4,5	5,4
> 75	3,7	4,3	4,9	5,6

Quelle: Schutz et al. 2002 [41]. Daten-Erhebungszeitraum: 1991 – 2000. Land: Schweiz (Genf)
Anmerkung: Es gelten die gleichen Anmerkungen wie unter 6.3.1.

Tab. **12** 6.3.3 **Fettfreie Masse (FFM).** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für die fettfreie Masse (kg) bei älteren Jugendlichen und Erwachsenen ermittelt mit 50-kHz-BIA entsprechend der 5. und 10. Perzentile nach Pichard

Altersgruppe	*Männer*		*Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
15 – 24	49,4	51,6	36,2	37,5
25 – 34	51,3	52,9	36,9	38,0
35 – 44	51,4	53,1	36,3	37,9
45 – 54	51,4	52,4	36,2	37,6
55 – 64	50,4	51,8	35,7	37,2
65 – 74	48,9	50,4	34,0	35,7
75 – 84	46,5	47,8	33,0	34,1
> 85	46,4	46,9	27,7	30,2

Quelle: Kyle et al. 2001 [39]. Daten-Erhebungszeitraum: 1991 – 2000. Land: Schweiz (Genf)
Anmerkung: Die Werte gelten nur bei Verwendung der folgenden Formel zur Bestimmung der fettfreien Masse: – 4,104 + (0,518 × Größe^2/R) + (0,231 × Gewicht) + (0,130 × Xc) + 4,229 × Geschlecht (m = 1; f = 0). Bezüglich der BMI-Verteilung: siehe Anmerkung unter 6.3.1.

Tab. **13** 6.3.4 **FFM-Index (FFMI).** Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für den FFM-Index (fettfreie Masse [kg]/Körpergröße [m^2]) bei Erwachsenen ermittelt mit 50-kHz-BIA entsprechend der 5. und 10. Perzentile nach Pichard

Altersgruppe	*Männer*		*Frauen*	
	5.	*10.*	*5.*	*10. Perzentile*
18 – 34	16,8	17,2	13,8	14,1
35 – 54	17,2	17,6	14,4	14,7
55 – 74	17,0	17,6	14,1	14,6
> 75	16,6	16,9	12,9	13,7

Quelle: Schutz et al. 2002 [41]. Daten-Erhebungszeitraum: 1991 – 2000. Land: Schweiz (Genf)
Anmerkung: Es gelten die gleichen Anmerkungen wie unter 6.3.1.

6.4 Kreatinin-Größen-Index

Tab. **14** 6.4.1 **Kinder und Jugendliche.** Ideale 24-h-Urin-Kreatininwerte für Kinder und Jugendliche (3 – 18 Jahre) nach Remer

	Urin-Kreatinin (mmol/24 h)			*Urin-Kreatinin (mmol/24 h)*	
Größe (cm)	*Jungen*	*Mädchen*	*Größe (cm)*	*Jungen*	*Mädchen*
90	1,3	1,5	138	5,5	5,2
92	1,5	1,6	140	5,9	5,5
94	1,7	1,8	142	6,2	5,8
96	1,8	1,9	144	6,6	5,9
98	2,0	2,0	146	6,9	6,1
100	2,2	2,1	148	7,3	6,2
102	2,4	2,1	150	7,7	6,5
104	2,5	2,3	152	8,0	6,9
106	2,7	2,5	154	8,2	7,4
108	2,8	2,7	156	8,4	8,0
110	2,9	2,7	158	8,6	8,5
112	3,0	2,8	160	8,7	8,7
114	3,2	3,0	162	8,9	8,9
116	3,4	3,3	164	9,0	9,4
118	3,6	3,5	166	9,2	10,0
120	3,9	3,7	168	9,3	10,5
122	4,1	3,8	170	10,1	10,6
124	4,2	3,9	172	11,0	10,8
126	4,2	4,0	174	11,9	
128	4,3	4,1	176	12,9	
130	4,4	4,4	178	13,9	
132	4,5	4,6	180	14,9	
134	4,8	4,8	182	15,9	
136	5,1	5,0	184	16,9	

Quelle: Remer (2002) [66]. Daten-Erhebungszeitraum: vor 2000. Land: Deutschland (Dortmund)
Die Werte für die ideale Kreatininausscheidung wurden an 494 gesunden Kindern (225 Jungen, 229 Mädchen) im Rahmen der DONALD(Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed)-Studie erhoben. Die mittleren BMI-Werte dieser Population lagen für Jungen zwischen 15,7 kg/m² in der Altersgruppe 3 Jahre und 20,9 kg/m² in der Altersgruppe 14 – 18 Jahre. Bei den Mädchen lagen die BMI-Werte zwischen 15,8 kg/m² in der Altersgruppe 3 Jahre und 21,2 kg/m² in der Altersgruppe 14 – 18 Jahre. Die Werte zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den BMI-Referenzwerten in Tab. **4**.
Anmerkung: Berechnung des Kreatinin-Größen-Index: (gemessenes Kreatinin/ideales Kreatinin) × 100

Tab. **15** 6.4.2 **Erwachsene.** Ideale 24-h-Urin-Kreatininwerte für Erwachsene nach Bistrian [55]

Männer		*Frauen*	
Größe (cm)	*Urin-Kreatinin (mg/24-h)*	*Größe (cm)*	*Urin-Kreatinin (mg/24-h)*
157,5	1288	147,3	830
160,0	1325	149,9	851
162,6	1359	152,4	875
165,1	1386	154,9	900
167,6	1426	157,5	925
170,2	1467	160,0	949
172,7	1513	162,6	977
175,3	1555	165,1	1006
177,8	1596	167,6	1044
180,3	1642	170,2	1076
182,9	1691	172,7	1109
185,4	1739	175,3	1141
188,0	1785	177,8	1174
190,5	1831	180,3	1206
193,0	1891	182,9	1240

Quelle: Bistrian [54, 55]. Daten-Erhebungszeitraum: vor 1975. Land: USA (Boston)
Anmerkung:
Berechnung des Kreatinin-Größen-Index: (gemessenes Kreatinin/ideales Kreatinin) × 100
Die zugrunde liegenden Kreatininkoeffizienten (23 mg/kg ideales KG für Männer, 17 mg/kg ideales KG für Frauen) wurden nur an 30 gesunden männlichen Studenten validiert [54]. BMI-Werte dieser Kontrollen wurden nicht angegeben. Die Validierung des Koeffizienten für Frauen wurde nicht publiziert. Ein Vergleich mit der deutschen Referenzpopulation (unter 6.1) ist nicht möglich.

7. Ausblick: Einrichtung eines Referenzdatenzentrums in Deutschland

Aus den obigen Ausführungen wird deutlich, dass die Datenlage für Referenzwerte zum Ernährungsstatus in Deutschland unbefriedigend ist. Für den BMI existieren aktuelle und repräsentative Perzentilentabellen der deutschen Bevölkerung. Für eine differenziertere Erhebung des Ernährungsstatus z. B. mittels Anthropometrie, bioelektrischer Impedanzanalyse oder laborchemischer Methoden wie der Urin-Kreatininausscheidung liegen jedoch keine repräsentativen Daten vor. Eine umfassende Erhebung wie z. B. in den USA im Rahmen der NHANES I und II wurde in Deutschland bislang nicht durchgeführt. Um diesen Mangel an grundlegenden Vergleichswerten eines wichtigen Aspektes des Gesundheitszustandes beseitigen zu können, ist daher erforderlich:

1. Einrichtung eines nationalen Referenzdatenzentrums zum Ernährungsstatus. Dies könnte an einem bestehenden Lehrstuhl mit ernährungsmedizinischem Schwerpunkt realisiert werden.
2. Planung, Koordination und Durchführung von bundesweiten Erhebungen durch dieses Zentrum mit dem Ziel, repräsentative Vergleichsdaten der Normalbevölkerung für anthropometrische Größen und BIA zu erstellen.
3. Zusammenführung von bisherigen Teildatenbanken an Gesunden und an bestimmten Krankheitsgruppen, einschließlich der Zusammenführung von Daten aus kostenintensiven und aufwändigeren Untersuchungen (z. B. Ganzkörperkali-

ummessung, DEXA), damit diese für Validierungsstudien einfacherer Methoden zur Verfügung stehen.

4. Fortlaufende Aktualisierung und Pflege bestehender Referenzdaten (z.B. BMI) durch das verantwortliche Referenzdatenzentrum.

Literatur

[1] Klein S, Kinney J, Jeejeebhoy K et al. Nutrition support in clinical practice: review of published data and recommendations for future research directions. Summary of a conference sponsored by the National Institutes of Health, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, and American Society for Clinical Nutrition. Am J Clin Nutr 1997; 66: 683 – 706

[2] Hebebrand J, Heseker H, Himmelmann W, Schäfer H, Remschmidt H. Altersperzentilen für den Body-Mass-Index aus Daten der Nationalen Verzehrsstudie einschließlich einer Übersicht zu relevanten Einflussfaktoren. Akt Ernähr Med 1994; 19: 259 – 265

[3] WHO. Report of a WHO consultation on obesity. Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO. 894. Genf: Ref Type: Report, 2000

[4] Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D et al. Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. Monatschr Kinderheilkunde 2001; 149: 807 – 818

[5] WHO. Report of a WHO Expert Committee. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. WHO. 854. Genf: Ref Type: Report, 1995

[6] Rolland-Cachera MF, Sempe M, Guilloud-Bataille M, Patois E, Pequignot-Guggenbuhl F, Fautrad V. Adiposity indices in children. Am J Clin Nutr 1982; 36: 178 – 184

[7] Reinken L, Stolley H, Droese W, van Oost G. Longitudinal data of physical growth of healthy children. II. Height, weight, skinfold thickness of children aged 1.5 – 16 years (author's transl). Klin Padiatr 1980; 192: 25 – 33

[8] Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. Am J Clin Nutr 1981; 34: 2540 – 2545

[9] Pirlich M, Luhmann N, Schütz T, Plauth M, Lochs H. Mangelernährung bei Klinikpatienten: Diagnostik und klinische Bedeutung. Akt Ernähr Med 1999; 24: 260 – 266

[10] Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF, Jackson SL, Brown JS, Fitzgerald JL. Circumstances and consequences of falls experienced by a community population 70 years and over during a prospective study. Age Ageing 1990; 19: 136 – 141

[11] Herndon JE, Fleishman S, Kornblith AB, Kosty M, Green MR, Holland J. Is quality of life predictive of the survival of patients with advanced nonsmall cell lung carcinoma? Cancer 1999; 85: 333 – 340

[12] Cunningham D, Pyrhonen S, James RD et al. Randomised trial of irinotecan plus supportive care versus supportive care alone after fluorouracil failure for patients with metastatic colorectal cancer. Lancet 1998; 352: 1413 – 1418

[13] Persson C, Sjoden PO, Glimelius B. The Swedish version of the patient-generated subjective global assessment of nutritional status: gastrointestinal vs urological cancers. Clin Nutr 1999; 18: 71 – 77

[14] Dawson NA, Conaway M, Halabi S et al. A randomized study comparing standard versus moderately high dose megestrol acetate for patients with advanced prostate carcinoma: cancer and leukemia group B study 9181. Cancer 2000; 88: 825 – 834

[15] Andreyev HJ, Norman AR, Oates J, Cunningham D. Why do patients with weight loss have a worse outcome when undergoing chemotherapy for gastrointestinal malignancies? Eur J Cancer 1998; 34: 503 – 509

[16] Schols AM, Slangen J, Volovics L, Wouters EF. Weight loss is a reversible factor in the prognosis of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157: 1791 – 1797

[17] Morrison G, Hark L. Medical Nutrition & Disease. Blackwell Science, 1999

[18] Naber TH, Schermer T, de Bree A et al. Prevalence of malnutrition in nonsurgical hospitalized patients and its association with disease complications. Am J Clin Nutr 1997; 66: 1232 – 1239

[19] Selberg O. The adjunctive value of routine biochemistry in nutritional assessment of hospitalized patients. Clin Nutr 2001; 20: 477 – 485

[20] Heseker H, Schneider R, Moch KJ, Kohlmeier M, Kübler W. Vitaminversorgung Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. Niederkleen: Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, 1992

[21] Heseker H, Adolf T, Hartmann S, Schneider R. Der Vitaminstatus der deutschen Bevölkerung. Vita Min Spur 1994; 9: 11 – 19

[22] WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. WHO. 843. Genf: Ref Type: Report, 1994

[23] Meguid M, Laviano A. Nutritional status: Clinical Examination. In: Sadler MJ (ed): Encyclopedia of human nutrition. New York: Academic Press, 1999

[24] Newton JM, Halsted CH. Clinical and functional assessment of adults. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC (eds): Modern nutrition in health and disease. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999: 895 – 902

[25] Cunha DF, Cunha SF, Unamuno MR, Vannucchi H. Serum levels assessment of vitamin A, E, C, B_2 and carotenoids in malnourished and nonmalnourished hospitalized elderly patients. Clin Nutr 2001; 20: 167 – 170

[26] Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. Nutrition 2000; 16: 245 – 254

[27] ASPEN Board of Directors and The Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2002; 26: 9SA – 12SA

[28] Selberg O, Muller MJ. Ernährungsmedizinische Untersuchungen. In: Muller MJ (Hrsg): Ernährungsmedizinische Praxis: Methoden – Prävention – Behandlung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998: 29 – 202

[29] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt: Umschau/Baus, 2000

[30] Harris JA, Benedict FB. A biometric study of basal metabolism in man. Harris JA and Benedict FB. 270. Washington DC: Carnegie Institut of Washington DC. Ref Type: Report, 1919

[31] WHO. From energy and protein requirements: report of a Joint FAO/WHO/UNO Expert Consultation. WHO. 724. Genf: Ref Type: Report, 1985

[32] Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr 1974; 32: 77 – 97

[33] Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. Am J Clin Nutr 1982; 36: 680 – 690

[34] Bannerman E, Ghosh S. The prognostic value of the corrected arm-muscle area. Clin Nutr 2000; 19: 70 – 71

[35] Friedman PJ, Campbell AJ, Caradoc-Davies TH. Prospective trial of a new diagnostic criterion for severe wasting malnutrition in the elderly. Age Ageing 1985; 14: 149 – 154

[36] Frost GS, Corish C. Reproducibility of upper-arm anthropometry in subjects of differing body mass. J Hum Nutr Diet 1998; 2: 403 – 406

[37] NIH Conference. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institute of Health Technology Assessment Conference Statement. Am J Clin Nutr 1996; 64: 524S – 532S

[38] Pirlich M, Plauth M, Lochs H. Bioelektrische Impedanzanalyse: Fehlerquellen und methodische Grenzen bei der klinischen Anwendung zur Analyse der Körperzusammensetzung. Akt Ernähr Med 1999; 24: 81 – 90

[39] Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. Nutrition 2001; 17: 534 – 541

[40] Kyle UG, Morabia A, Slosman DO, Mensi N, Unger P, Pichard C. Contribution of body composition to nutritional assessment at hospital admission in 995 patients: a controlled population study. Br J Nutr 2001; 86: 725 – 731

[41] Schutz Y, Kyle UU, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18 – 98 y. Int J Obes Relat Metab Disord 2002; 26: 953 – 960

[42] Pichard C, Kyle UG, Slosman DO. Fat-free mass in chronic illness: comparison of bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry in 480 chronically ill and healthy subjects. Nutrition 1999; 15: 668 – 676

[43] Mast M, Sonnichsen A, Langnase K et al. Inconsistencies in bioelectrical impedance and anthropometric measurements of fat mass in a field study of prepubertal children 1. Br J Nutr 2002; 87: 163 – 175

[44] Williams CA, Bale P. Bias and limits of agreement between hydrodensitometry, bioelectrical impedance and skinfold calipers measures of percentage body fat. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1998; 77: 271 – 277
[45] Heath EM, Adams TD, Daines MM, Hunt SC. Bioelectric impedance and hydrostatic weighing with and without head submersion in persons who are morbidly obese. J Am Diet Assoc 1998; 98: 869 – 875
[46] Beshyah SA, Freemantle C, Thomas E, Johnston DG. Comparison of measurements of body composition by total body potassium, bioimpedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry in hypopituitary adults before and during growth hormone treatment. Am J Clin Nutr 1995; 61: 1186 – 1194
[47] Paton NI, Elia M, Jennings G, Ward LC, Griffin GE. Bioelectrical impedance analysis in human immunodeficiency virus-infected patients: comparison of single frequency with multifrequency, spectroscopy, and other novel approaches. Nutrition 1998; 14: 658 – 666
[48] Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN Jr. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. Am J Clin Nutr 1996; 64: 489S – 497S
[49] Selberg O, Bottcher J, Tusch G, Pichlmayr R, Henkel E, Muller MJ. Identification of high- and low-risk patients before liver transplantation: a prospective cohort study of nutritional and metabolic parameters in 150 patients. Hepatology 1997; 25: 652 – 657
[50] Suttmann U, Ockenga J, Selberg O, Hoogestraat L, Deicher H, Muller MJ. Incidence and prognostic value of malnutrition and wasting in human immunodeficiency virus-infected outpatients. J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol 1995; 8: 239 – 246
[51] Schwenk A, Eschner W, Kremer G, Ward LC. Assessment of intracellular water by whole body bioelectrical impedance and total body potassium in HIV-positive patients. Clin Nutr 2000; 19: 109 – 113
[52] Heymsfield SB, Arteaga C, McManus C, Smith J, Moffitt S. Measurement of muscle mass in humans: validity of the 24-hour urinary creatinine method. Am J Clin Nutr 1983; 37: 478 – 494
[53] Pirlich M, Selberg O, Boker K, Schwarze M, Muller MJ. The creatinine approach to estimate skeletal muscle mass in patients with cirrhosis. Hepatology 1996; 24: 1422 – 1427
[54] Bistrian BR, Blackburn GL, Sherman M, Scrimshaw NS. Therapeutic index of nutritional depletion in hospitalized patients. Surg Gynecol Obstet 1975; 141: 512 – 516
[55] Bistrian BR. Nutritional assessment and therapy of protein-calorie malnutrition in the hospital. J Am Diet Assoc 1977; 71: 393 – 397
[56] Gershwin ME, Borchers AT, Keen CL. Phenotypic and functional considerations in the evaluation of immunity in nutritionally compromised hosts. J Infect Dis 2000; 182, Suppl 1: S108 – S114
[57] Blackburn GL, Bistrian BR, Maini BS, Schlamm HT, Smith MF. Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1977; 1: 11 – 22
[58] DeJong PCM, Wesdorp RICO, Volovics A et al. The value of objective measurements to select patients who are malnourished. Clin Nutr 1985; 4: 61 – 66
[59] Buzby GP, Williford WO, Peterson OL et al. A randomized clinical trial of total parenteral nutrition in malnourished surgical patients: the rationale and impact of previous clinical trials and pilot study on protocol design. Am J Clin Nutr 1988; 47: 357 – 365
[60] Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. Nutr Rev 1996; 54: S59 – S65
[61] Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP et al. What is subjective global assessment of nutritional status? JPEN J Parenter Enteral Nutr 1987; 11: 8 – 13
[62] Hirsch S, de Obaldia N, Petermann M et al. Subjective global assessment of nutritional status: further validation. Nutrition 1991; 7: 35 – 37
[63] Hasse J, Strong S, Gorman MA, Liepa G. Subjective global assessment: alternative nutrition-assessment technique for liver-transplant candidates. Nutrition 1993; 9: 339 – 343
[64] Lawson JA, Lazarus R, Kelly JJ. Prevalence and prognostic significance of malnutrition in chronic renal insufficiency. J Ren Nutr 2001; 11: 16 – 22
[65] Mensink GBM, Burger M, Beitz R, Henschel T, Hinzpeter B. Beiträge zur Gesundheitsberichtserstattung des Bundes. Was essen wir heute? Berlin: Robert-Koch-Institut, 2002
[66] Remer T, Neubert A, Maser-Gluth C. Anthropometry-based reference values for 24-h urinary creatinine excretion during growth and their use in endocrine and nutritional research. Am J Clin Nutr 2002; 75: 561 – 569