

# Proteinbedarf bei Kindern und Jugendlichen

## KURT BÄRLOCHER



Den bisherigen Angaben für den Proteinbedarf bei Kindern und Jugendlichen in der Schweiz liegen die D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr aus dem Jahr 2000 zugrunde (1). Diese basieren auf den Berichten der WHO über den Energie- und Proteinbedarf (1985) (2) und den Untersuchungen von Dewey von 1996 (3). Seither wurden weitere grundlegende Stellungnahmen zum Proteinbedarf bei Kindern und Jugendlichen ausgearbeitet (WHO-Bericht von 2007 (4); Bericht des Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, US National Academy of Sciences (5)). Da die meisten Arbeiten zum Proteinbedarf in der Pädiatrie Kinder unter 2 Jahren betreffen, hat das International Life Sciences Institute (ILSI) 2003 im Rahmen eines Workshops die Nährstoff-Referenzwerte für Kinder aller Altersgruppen in den verschiedenen europäischen Ländern zusammengetragen (6). Die nachfolgend präsentierten Angaben über den Proteinbedarf bei Kindern und Jugendlichen basieren auf den oben erwähnten Publikationen. Ausgenommen ist der spezielle Proteinbedarf bei Frühgeburten. Diese Kinder werden in Kinderkliniken unter ärztlicher Aufsicht nach speziellen Ernährungsrichtlinien (7) betreut, die hier nicht weiter ausgeführt werden.

### Proteinbedarf

In der Pädiatrie definiert sich der Proteinbedarf an der minimal erforderlichen Zufuhrmenge eines qualitativ hochwertigen Proteins, die eine angemessene Körperzusammensetzung garantiert (Erhaltungsbedarf) und ein altersgerechtes Wachstum (Wachstumsbedarf) bei ausgewogener Energiebilanz und normaler körperlicher Aktivität ermöglicht (8). Dieser physiologische Proteinbedarf wird im Kindesalter als «geschätzter durchschnittlicher Bedarf» (estimated average requirement, EAR) bezeichnet. Als «Referenzwert» (recommended dietary allowance, RDA) gilt die sichere Zufuhrmenge, die den Bedarf annähernd aller Individuen einer Altersgruppe gewährleistet. Sie berechnet sich aus dem EAR plus die doppelte Standardabweichung (+ 2SD) des EAR jeder Altersgruppe (8).

### Ermittlung des Proteinbedarfs:

Während der ersten 6 Lebensmonate ist die Muttermilch (MM) die bestmögliche Nahrung für das normale Termingeborene. Die Proteinmenge, die dem Säugling mit der MM einer gesunden, gut ernährten Mutter zugeführt wird, ist in der Regel optimal. Die durchschnittlich eingenommene Milchmenge beträgt in dieser Altersgruppe 780 ml/Tag und enthält durchschnittlich 11,7 g/l Protein.

Es ist zu beachten, dass die Muttermilch einen recht hohen Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff (NPN, bis 25%) enthält (z.B. Harnstoff, Aminozucker, Peptide, Aminosäuren, Kreatinin etc.), was bei der späteren Ernährung nicht mehr in diesem Ausmass der Fall ist (Kuhmilch enthält nur 5% NPN).

Für ältere Säuglinge, Kinder und Jugendliche wurden verschiedene Techniken zur Bestimmung des Proteinbedarfs einge-

setzt, wie Stickstoffbilanzen bei unterschiedlicher Stickstoffzufuhr, die faktorielle Methode (Berechnung eines Mittelwerts für den Erhaltungs- und Wachstumsbedarf), nicht radioaktive Untersuchungen mit stabilen Isotopen sowie biochemische Untersuchungen (9).

### Quantitative Aspekte

Die 1985 verwendeten Werte der faktoriellen Berechnungsmethode für den Proteinbedarf im Kindesalter (2) wurden 1996 durch Dewey et al. (3) überarbeitet mit dem Hinweis, dass die bisherigen Werte für gestillte Kinder 10 bis 25 Prozent tiefer sein sollten. Im WHO-Bericht von 2002/2007 (4) wurden neue experimentelle Daten berücksichtigt, die nachfolgend enthalten sind.

**Proteinerhaltungsbedarf**

Anhand von Bestimmungen des Stickstoffverlusts bei sehr niedriger oder Null-Proteinzufuhr wurde der basale Erhaltungsbedarf bei Säuglingen und Kindern mit  $62 \pm 12$  mg Stickstoff/kg und Tag berechnet. Zehn weitere Bilanzstudien bei Kindern von 6 Monaten bis 12 Jahren ergaben einen vergleichbaren Durchschnittswert für den basalen Stickstoffverlust von 57,4 mg/kg. Unter Berücksichtigung einer Effizienz von 70 Prozent der Proteinverwertung liess sich ein mittlerer Erhaltungswert von 110 mg Stickstoff/kg und Tag ermitteln (Bereich 66–149 mg Stickstoff, was 0,42 g–0,93 g Protein/kg/Tag entspricht). Bei Kindern, die tierisches Eiweiss erhielten (Milch, Eier), war der Erhaltungswert etwas tiefer (93 mg Stickstoff, entsprechend 0,58 g Protein/kg/Tag) (4). Dieser Wert wurde deshalb für Säuglinge unter 6 Monaten gewählt, die ausschliesslich gestillt oder mit Säuglingsmilchpräparaten ernährt wurden. Für Kinder über 6 Monate und Jugendliche wurde ein Erhaltungswert von täglich 110 mg Stickstoff/kg, entsprechend 0,69 g Protein/kg pro Tag, angenommen. Dewey et al. hatten bei der Überprüfung der Werte von 1985 einen Proteinbedarf von täglich 90 mg Stickstoff/kg (0,56 g Protein/kg pro Tag) berechnet (3). Der neu bestimmte Erhaltungswert von 110 mg Stickstoff liegt erstaunlich nahe an dem für Erwachsene berechneten Wert (105 mg Stickstoff/kg und Tag = 0,66 g Pro-

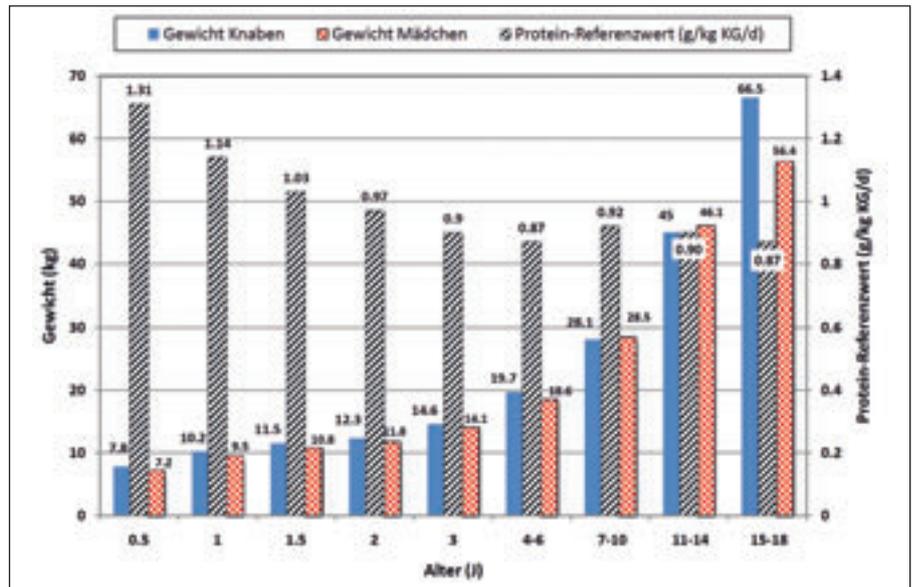


Abbildung 1: Protein-Referenzwerte bei Säuglingen, Kindern und Jugendlichen und Referenzwerte für die Mittelwerte des Körpergewichts in den verschiedenen Altersgruppen (nach WHO-Werten [12]).

tein/kg). Deshalb wird bei Kindern über 2 Jahre als Erhaltungsbedarf häufig der gleiche Wert von 0,66 g Protein/kg eingesetzt wie bei Erwachsenen.

**Proteinbedarf für das Wachstum**

Neue Bestimmungen des Proteineinbaus für das Wachstum bei Kindern von 6 Monaten bis 18 Jahre sowie neuere Daten über die Aminosäuren-Zusammensetzung der Körperproteine erlaubten eine Verbesserung der faktoriellen Methode (4). Mit 1 Monat beträgt der durchschnittliche Proteinbedarf für das Wachstum täglich  $0,548 \pm 0,113$  g/kg Körpergewicht (KG) und verringert sich bis zum 12. Monat auf  $0,168 \pm 0,019$  g/kg und Tag. *Tabelle 1* enthält die neu ermittelten Werte, die auf Basis der beiden Studien von Butte et al. (10) und Ellis et al. (11) über die Körperzusammensetzung bei Kindern berechnet wurden. Ein Vergleich dieser Proteindaten für das Wachstum mit den früheren Werten für das Säuglingsalter von Fomon und Dewey zeigt, dass die neuen Wer-

te bis zum Alter von 3 Monaten zwar tiefer sind, nach 3 Monaten aber etwas höher liegen. Damit ergibt sich für Kinder zwischen 1 und 6 Monaten für Proteine ein durchschnittlicher Erhaltungs- und Wachstumsbedarf von 1,41 g (1 Monat) bis 0,98 g/kg KG und Tag (6 Monate), woraus sich ein sicherer Referenzwert von 1,77 g (1 Monat) bis 1,14 g /kg und Tag (6 Monate) berechnen lässt (*Tabelle 2*) (4). Die WHO-Rereferenzwerte von 1985 lagen deutlich höher (2,25–1,3 g), ebenso die D-A-CH-Werte. Der Anteil des Wachstumsbedarfs am totalen Proteinbedarf sinkt von etwa 60 Prozent im 1. Monat auf 16 Prozent mit 2 Jahren. Die aus dem Erhaltungs- und Wachstumsbedarf berechnete neue WHO-Empfehlung (4) für einen sicheren täglichen Proteinbedarf für Säuglinge, Kinder und Adoleszente (getrennt nach Geschlecht) ist in *Tabelle 2* wiedergegeben, und zwar im Vergleich mit den früheren FAO/WHO Werten von 1985 (2), den D-A-CH-Referenzwerten von 2000 (1) und den neueren Werten der US Academy of Sciences von 2005 (5). Sie sind einerseits in g/kg/Tag oder als Tagesmenge (g/Tag) aufgeführt. Leider erschweren die unterschiedlich gewählten Altersgruppen genaue Vergleiche. In den zusammenfassenden Empfehlungen hat die Experten-

**Tabelle 1: Proteinbedarf für das Wachstum bei Kindern und Adoleszenten**

Alter Jahre	Proteinbedarf für Wachstum (g/kg KG pro Tag)		
	m	w	SD
0–0,5	0,266		0,035
1	0,168		0,031
1,5	0,108		0,029
2	0,073	0,076	0,026
3	0,034	0,044	0,022
4–5	0,011	0,024	0,018
6–10	0,049	0,047	0,016
11–15	0,041	0,031	0,017
16–18	0,023	0,009	0,008

m = männlich; w = weiblich. SD = Standardabweichung

gruppe der WHO neu auch Referenzwerte für das mittlere Gewicht der einzelnen Altersgruppen (WHO-Daten) (12) angegeben (Abbildung 1), was den praktischen Gebrauch vereinfachen soll. Die neuen Proteinbedarfswerte weichen bei den Kindern ab 7 Jahren sowie den Jugendlichen nur wenig von den D-A-CH-Referenzen aus dem Jahr 2000 (1) ab. Bei den Säuglingen und Kleinkindern sind die Bedarfswerte etwas tiefer als bisher angenommen.

**Qualitative Aspekte des Proteinbedarfs**

*Proteinqualität*

Die empfohlenen Werte für die Proteinzufuhr basieren auf der Zufuhr qualitativ hochwertiger Proteine, das heisst solchen, die gut verdaulich (> 95%) sind und ausreichende Mengen essenzieller Aminosäuren enthalten. Dies trifft für tierische Proteine aus Milch, Ei, Fleisch und Fisch zu. Pflanzliche Proteine sind schlechter verdaulich (70–80%) und lie-

fern oft ungenügende Mengen essenzieller Aminosäuren wie Lysin (z.B. Weizen) oder schwefelhaltiger Aminosäuren. Der Anteil der essenziellen Aminosäuren an der Proteinzufuhr ist in *Abbildung 2* dargestellt. Für die Eignung von Nahrungsproteinen zur Deckung des Bedarfs essenzieller Aminosäuren wurde ein Aminosäuren-Score eingeführt: PDCAAS (protein-digestibility corrected amino acid score), der das Verhältnis von mg Aminosäuren pro g Nahrungsprotein zu

**Tabelle 2: Durchschnittlicher Proteinbedarf und Protein-Referenzwerte bei Kindern und Jugendlichen**

Alter Monate/ Jahre	Erhaltungswert m + w	Wachstumswert <sup>a)</sup>		Durchschn. Bedarf		Referenzwert WHO 2007		FAO/WHO 1985 (2)		D-A-CH (1) g/Tag				US Nat. Acad. 2005 (5) g/Tag	
		m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w
1 M.*	0,58	0,83		1,41		<b>1,77</b>		2,25		2,0		12			
2	0,58	0,65		1,23		<b>1,5</b>		1,82		1,5		10			
3	0,58	0,55		1,13		<b>1,36</b>		1,47		1,3		10			
4	0,58	0,49		1,07		<b>1,24</b>		1,34		1,3		10			
6	0,58	0,40		0,98		<b>1,31</b>		1,30		1,3		10			
7–12 M./1,0 J.	0,66	0,29		0,95		<b>1,14</b>		1,57		1,1		10		9	
1,5 Jahre	0,66	0,19		0,85		<b>1,03</b>		1,26							
2	0,66	0,13		0,79		<b>0,97</b>		1,17		1		14 13		11	
3	0,66	0,07		0,73		<b>0,90</b>		1,13		(1–< 4 J.)				(1–3 J.)	
4	0,66	0,03		0,69		<b>0,86</b>		1,09							
5	0,66	0,06		0,69		<b>0,85</b>		1,06							
6	0,66	0,04		0,72		<b>0,89</b>		1,02		0,9		18 17		15	
7	0,66	0,08		0,74		<b>0,91</b>		1,01		(4–< 7 J.)				(4–8 J.)	
8	0,66	0,09		0,75		<b>0,92</b>		1,01							
9	0,66	0,09		0,75		<b>0,92</b>		1,01		0,9		24			
10	0,66	0,09		0,75		<b>0,91</b>		0,99		(7–< 10 J.)					
11	0,66	0,09	0,07	0,75	0,73	<b>0,91</b>	<b>0,90</b>	0,99	1,0					27	28
12	0,66	0,08	0,06	0,74	0,72	<b>0,90</b>	<b>0,89</b>	0,98	0,98					(9–13 J.)	
13	0,66	0,07	0,05	0,73	0,71	<b>0,90</b>	<b>0,88</b>	1,0	0,98	0,9		34 35			
14	0,66	0,06	0,04	0,72	0,70	<b>0,89</b>	<b>0,87</b>	0,97	0,94	(10–< 13 J.)					
15	0,66	0,06	0,03	0,72	0,69	<b>0,88</b>	<b>0,85</b>	0,96	0,90	0,9		46 45			
16	0,66	0,05	0,02	0,71	0,68	<b>0,87</b>	<b>0,84</b>	0,92	0,87	(13–< 15 J.)					
17	0,66	0,04	0,01	0,70	0,67	<b>0,86</b>	<b>0,83</b>	0,90	0,83	0,9 0,8		60 46		44 38	
18	0,66	0,03	0,00	0,69	0,66	<b>0,85</b>	<b>0,82</b>	0,86	0,80					(14–18 J.)	

Werte in g/kg Körpergewicht pro Tag; m = männlich; w = weiblich

Vergleich der neuen WHO-Referenzwerte (fett gedruckt) mit den bisherigen der FAO/WHO 1985 (2), D-A-CH 2000 (1) und der US Academy of Science 2005 (5).

<sup>a)</sup> Wert gegenüber *Tabelle 1* korrigiert für 58–66% Effizienz der Verwertung.

\* Die Werte von 1 bis 6 Monaten entsprechen gestillten Kindern.

mg Aminosäuren pro g empfohlener Proteinzufuhr angibt. Werte unter 1 zeigen eine ungenügende Deckung (1, 9). Vor allem fünf Aminosäuren beeinflussen die Qualität der Nahrungsproteine: Lysin, Threonin, Tryptophan und die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein.

Zu den essenziellen Aminosäuren gehören Histidin, Isoleuzin, Leuzin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin. Als konditionell unentbehrlich werden solche Aminosäuren bezeichnet, die der Säugling oder das Kind je nach Situation nicht in genügender Menge selbst herstellen kann und die ebenfalls mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Dazu gehören Arginin, Cystein, Glutamin, Glycin, Prolin und Tyrosin (9).

**Proteinbedarf in der Pädiatrie – Empfehlungen in umliegenden Ländern**

Prentice et al. haben in einer umfassenden Studie das methodische Vorgehen und die Empfehlungen für den Proteinbedarf von Kindern und Jugendlichen von 2 bis 18 Jahren in 39 europäischen Ländern bis zum September 2002 verglichen (6). Es zeigt sich, dass bei den anerkannten Nahrungsbedürfnissen beträchtliche Unterschiede bestehen. Die Referenzwerte für den Proteinbedarf werden unterschiedlich bezeichnet, entweder als g/kg und Tag oder als g/Tag und oft ohne Angabe eines repräsentativen Gewichts für die jeweilige Altersklasse. In den meisten westeuropäischen Ländern und Nordamerika sind die verwendeten Bestimmungsmethoden identisch. Sie beruhen auf der faktoriellen Methode (WHO-Expertenbericht von 1985 [2]) und auf der Annahme, dass die Kinder – bezogen auf das Körpergewicht – einen ähnlichen Erhaltungsbedarf haben wie die Erwachsenen (0,66 g/kg). Der Wachstumsbedarf wird über die Körperzusammensetzung und die Wachstumsgeschwindigkeit berechnet.

Dennoch variieren die Werte. Dies hängt mit substanziellen Unterschieden in den Korrekturen für Tag-zu-Tag-Unterschiede im Wachstum, in der Effizienz des Nahrungsproteins für die Synthese spezifi-

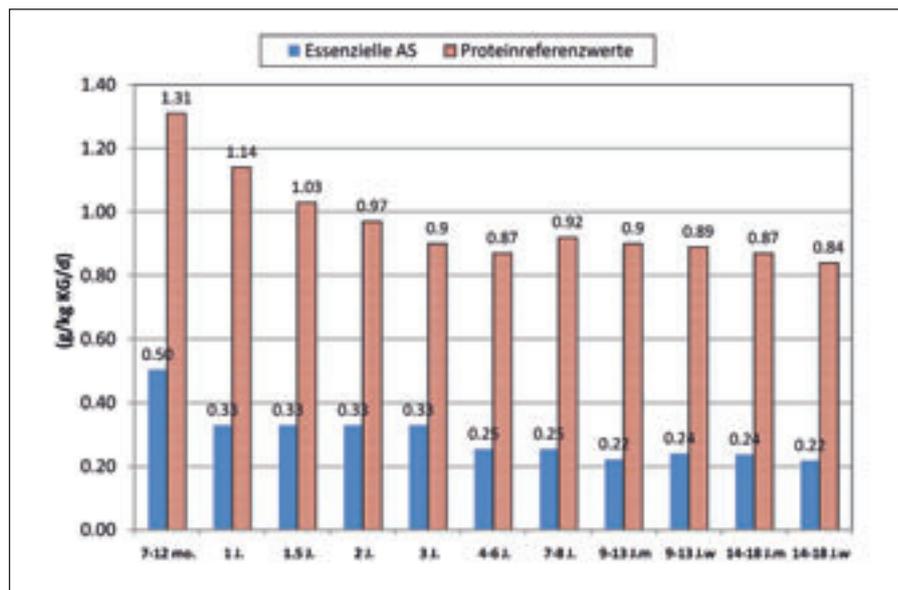


Abbildung 2: Bedarf an essenziellen Aminosäuren und Protein-Referenzwerte für die verschiedenen Altersgruppen.

scher Proteine und der relativen Qualität der Nahrungsproteine gegenüber dem Referenzprotein (Milch- oder Eiweiß) zusammen. So werden in den D-A-CH-Referenzen (1) 8 bis 10 Energieprozent der Nahrung für die Proteinzufuhr bei Säuglingen und Kindern angenommen, während andere Länder mit 10 bis 15 Prozent rechnen.

In jedem Fall ist in Europa die aktuelle Proteinzufuhr mit der Nahrung deutlich höher als empfohlen. Bei Zweijährigen liegt die Zufuhr derzeit bei ungefähr 40 g/Tag (entsprechend etwa 3,5 g/kg/Tag), Dreijährige nehmen etwa 60 g Proteine pro Tag auf, und bei 13- bis 15-Jährigen liegt die Zufuhr sogar bei 100 g/Tag – also bis dreimal höher als empfohlen (6). Nur wenige Länder geben geschlechtsspezifische Werte für Jungen und Mädchen an. Auch in den «Consensus Guidelines» von 2007 wird festgehalten, dass die Ernährungs-Referenzwerte und Empfehlungen innerhalb Europas stark schwanken und die Harmonisierung eine erwünschte Herausforderung für die Zukunft darstellt (13).

**Risiken einer zu geringen oder zu hohen Proteinzufuhr**

Eine inadäquate Proteinzufuhr kann gesundheitliche Folgen haben. Während eine ungenügende Proteinaufnahme in Form einer «Protein-Energie-Malnutrition» bei Kindern in den Entwicklungsländern noch ein grosses Problem darstellt,

liegt der Proteinkonsum in den entwickelten Industrieländern deutlich über den Referenzwerten. Welche Folgen kann dies haben?

Im Säuglingsalter führt eine überhöhte Proteinzufuhr zu einer Überlastung der noch nicht ausgereiften Nieren. In frühen Jahren war der sogenannte Milchnährschaden bei Säuglingen durch Zufuhr unverdünnter Kuhmilch (hoher Protein- und Kalziumgehalt) als eine schwere Gedeihstörung bekannt (14). Bei Jugendlichen können bei länger dauernder überhöhter Proteinzufuhr ähnliche Störungen auftreten wie bei Erwachsenen, vor allem Nierensteine durch vermehrte Kalzium- und Oxalatausscheidung sowie Störungen des Knochenaufbaus infolge eines geänderten Säure-Basen-Gleichgewichts und eines erhöhten renalen Kalziumverlusts (4).

Im Mittelpunkt steht heute jedoch die zu hohe Proteinzufuhr im Säuglings- und Kleinkindesalter mit den späteren Folgen eines erhöhten Risikos für Übergewicht und Adipositas. Ausgangspunkt sind epidemiologische Beobachtungen, dass Stillen (niedriger Proteingehalt der Muttermilch) eine präventive Wirkung für späteres Übergewicht hat, und zwar in Abhängigkeit von der Stilldauer (15). Auch die Plasmalipidwerte sind bei gestillten Kindern später niedriger und damit auch das Risiko für kardiovaskuläre Krankheiten (16). Dies hat zur «Early-Protein-Hypothese» geführt, die zurzeit

durch zahlreiche experimentelle Daten unterstützt wird (15). Säuglinge, die mit Säuglingsmilchpräparaten (infant formula) ernährt werden, erhalten 10 bis 18 Prozent mehr Protein als gestillte Säuglinge und nehmen nach der 6. Lebenswoche auch mehr an Gewicht zu. Dies äussert sich auch in erhöhten Plasmawerten für IGF-1, Insulin und die Insulin-stimulierenden Aminosäuren. Dadurch sind erhöhte Gewichtszunahme und erhöhte adipogene Aktivität gegeben (15). Im Rahmen der Donald-Langzeit-Ernährungsstudie des Forschungsinstituts für Kinderernährung in Dortmund liess sich nachweisen, dass eine höhere Gesamt- und vorwiegend tierische Proteinzufuhr im Alter von 5 bis 6 Jahren mit einem früheren Pubertätswachstumsschub, einer früheren maximalen Wachstumsgeschwindigkeit sowie früherer Menarche oder früherem Stimmbruch einhergehen, während pflanzliche Proteine eher mit einem späteren Auftreten der verschiedenen Parameter verbunden sind (17). Damit ist heute klar, dass die Ernährung in einer heiklen Phase der Entwicklung endokrine oder metabolische Prozesse programmieren kann, die sich auf die spätere Gesundheit auswirken. In diesem Bereich werden wir in Zukunft noch viele wichtige Informationen erhalten.

### Schlussfolgerungen

Die tägliche Proteinzufuhr ist bei Säuglingen, Kindern und Jugendlichen derzeit höher als den Empfehlungen entsprechend. Ausgelöst durch epidemiologische Vergleichsstudien zwischen gestill-

ten und nicht gestillten Kindern, ist die Proteinzufuhr, vor allem im Säuglings- und Kleinkindesalter, in die Diskussion geraten. Dies hat in der Säuglingsernährung zu einer entsprechenden Überarbeitung der Daten zur Proteinzufuhr geführt. Die neuen Referenzwerte für das Säuglings- und Kleinkindesalter sind deutlich tiefer als die bisherigen der FAO/WHO von 1985, aber nur geringfügig niedriger als diejenigen der D-A-CH vom Jahr 2000. Auch bei Schulkindern und Jugendlichen liegen die neu empfohlenen Werte etwas tiefer als diejenigen von 1985 und unterscheiden sich nur unwesentlich von den bisherigen D-A-CH-Referenzwerten. Von besonderer Bedeutung sind die gesundheitlichen Aspekte der Proteine, wo nicht nur die Quantität, sondern auch die Herkunft der Proteine (tierische oder pflanzliche) unterschiedliche Wirkungen zeigen. Diese neuen Aspekte lassen erkennen, dass hier noch viele Fragen offen sind und in Zukunft bearbeitet werden müssen. Dies betrifft auch den täglichen Bedarf an Proteinen und Aminosäuren, der nach wie vor durch aufwendige statistische Analysen berechnet werden muss, auch wenn neue Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung zu besseren Resultaten geführt haben.

### Korrespondenzadresse:

Prof. Kurt Bärlocher  
 ehem. Chefarzt Ostschweizer Kinderspital  
 Tanneichenstrasse 10  
 9010 St. Gallen

Dieser Beitrag ist Teil des EEK-Berichts 2011: Proteins in human Nutrition

### Literatur

1. D\_A\_CH: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Hsg. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE), 1. Auflage. Frankfurt am Main: Umschau/Braus 2000.
2. FAO/WHO/UNO Expert Consultation: Energy and Protein Requirements. WHO Technical Bulletin #724. Geneva, Switzerland, 1985.
3. Dewey KG, Beaton G, Fjeld C et al. Protein requirements of infants and children. *Eur Clin Nutr* 1996; 50 (suppl 1): S119–S147.
4. WHO/FAO/UNU Expert Consultation: Protein and Amino acid Requirements in Human Nutrition. WHO Technical Report Series No 935, WHO 2002/2007.
5. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board: Dietary reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. Washington, National Academic Press, 2002/2005.
6. Prentice A, Branca F, Decsi T et al. Energy and nutrient dietary reference values for children in Europe: methodological approaches and current nutritional recommendations. ILSI Europe Nutritional Needs of Children Task Force. *Br J Nutr* 2004; 92, Suppl 2, S83–S145.
7. Ziegler EE. Nutrient Requirements of Premature Infants. In: Nutrition Support for Infants and Children at Risk. Eds. Cooke RJ, Vandenplas Y and Wahn U, Nestlé Nutrition workshop 59th, Berlin, Nestec Ltd und Karger Basel, 2007, pp 161–176.
8. Pencharz P and Elango R. Protein. In: Pediatric Nutrition in Practice, Koletzko B (ed). Karger, Basel, 2008, pp 37–41.
9. Pediatric Nutrition Handbook, 5th Edition, Kleinmann RE, Ed. Protein, 229–240, American Academy of Pediatrics, 2004.
10. Butte NF, Hopkinson JM, Wong WW et al. Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. *Pediatr Res* 2000, 47: 578–585.
11. Ellis KJ, Shipailo RJ, Abrams SA et al. The reference child and adolescent models of body composition. A contemporary comparison. *Ann NY Acad Sci*, 2000, 904: 374–382.
12. WHO Expert Committee on Physical Status: The use and interpretation of anthropometry in infants, WHO, Geneva, 1994 (WHO/NUT/94.8).
13. Pavlovic M, Prentice A, Thorsdottir I et al. Challenges in Harmonizing Energy and Nutrient Recommendations in Europe. *Ann Nutr Metab* 2007; 51: 108–114.
14. Stalder G. Die Ernährungsstörungen des Säuglings. In: Fanconi G und Wallgren A Hrsg. Lehrbuch der Pädiatrie, Schwabe und Co., Basel, Stuttgart 1972, pp 111–125.
15. Koletzko B. Long-term Consequences of Early feeding on Later Obesity Risk. In: Protein and Energy Requirements in Infancy and Childhood, Eds. Rigo J and Ziegler EE, Nestlé Nutrition Workshop Series pediatric program, 2006; Vol 58: pp 1–18.
16. Ziegler EE. Growth of Breast-Fed and Formula-Fed Infants. In Protein and Energy Requirements in Infancy and Childhood, Eds. Rigo J and Ziegler EE, Nestlé Nutrition Workshop Series pediatric program, 2006; Vol 58: pp 51–64.
17. Günther A, Karaolis-Danckert N, Kroke A et al. Dietary Protein Intake throughout Childhood is Associated with the Timing of Puberty. *J Nutr* 2010; 140: 565–571.