



Ernährungsgewohnheiten von Kindern und Jugendlichen mit Phenylketonurie

Nicole von der Weiden, Christel Leitzke, Tina Eisenblätter, Sara Ramminger, Luzia Valentini

Abstract

Hintergrund: Das Ernährungsverhalten von Kindern und Jugendlichen mit Phenylketonurie (PKU) ist wenig erforscht und könnte zur Klärung der kontrovers diskutierten Frage beitragen, ob dieses PatientInnenkollektiv aufgrund der speziellen Ernährungsanforderungen ein höheres Adipositasrisiko aufweist. Ziel dieser Studie war es, Ernährungsstatus, Nahrungszufuhr und Ernährungsqualität von minderjährigen PatientInnen mit PKU während einer Reha und zu Hause jeweils mit einer stoffwechselgesunden Kontrollgruppe zu vergleichen und daraus mögliche adipogene Risikofaktoren abzuleiten.

Methoden: 15 PatientInnen mit PKU (47 % weiblich, 12 ± 2 Jahre), wurden mit 15 gematchten Kontrollen (47 % weiblich, 12 ± 2 Jahre) verglichen. Erhoben wurden Anthropometrie, Körperzusammensetzung (BIA), Nahrungszufuhr (3-Tage-Wiege-Protokoll) und die Ernährungsqualität mithilfe des *Healthy Eating Index* der *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (HEI-EPIC).

Ergebnisse: Körpergewicht, Body Mass Index, Taillenumfang, fettfreie Masse, Fettmasse und Ernährungsqualität unterschieden sich nicht zwischen den Teilnehmenden mit PKU und deren Kontrollen. Während der Reha war in beiden Gruppen der Gemüse- und Obstverzehr zu niedrig, der Fett- und Zuckerverzehr zu hoch. Ausschließlich der Fettverzehr war in der PKU-Gruppe tendenziell höher als bei den Kontrollen (PKU 3,7 vs. Kontrollen 2,9 Portionen/Tag, $p = 0,062$).

Zusammenfassung: Der Ernährungsstatus und die Ernährungsqualität von jungen PatientInnen mit PKU waren mit den gleichaltrigen stoffwechselgesunden Kontrollen vergleichbar und verbesserungswürdig. Trotz gleichwertiger adipogener Risikofaktoren scheint bei PatientInnen mit PKU eine Verbesserung der Ernährungsqualität durch fachgerechte Ernährungsberatung zur Adipositasprävention sinnvoll.

Schlüsselwörter: Phenylketonurie, Übergewicht, Ernährung, Nahrungszufuhr

Zitierweise

von der Weiden N, Leitzke C, Eisenblätter T, Ramminger S, Valentini L: Dietary habits of children and adolescents with phenylketonuria. *Ernahrungs Umschau* 2022; 69(11): 162–71.

Open access: The English version of this article is available online: DOI: 10.4455/eu.2022.033

Peer-Review-Verfahren

Manuskript (Original) eingereicht: 31. März 2022

Überarbeitung angenommen: 19. August 2022

Korrespondierende Autorin

Nicole von der Weiden
Hochschule Neubrandenburg
Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften
Studiengang Diätetik
Mecklenburg-Vorpommern
nicolevdw@web.de

Einleitung

Phenylketonurie (PKU) ist die häufigste angeborene Stoffwechselerkrankung des Aminosäurenstoffwechsels. Erkrankte dürfen von Geburt an nur eine bestimmte berechnete Menge der Aminosäure Phenylalanin über natürliche Lebensmittel aufnehmen, die bis zum Erwachsenenalter steigt und ersetzen natürliche Proteinquellen durch phenylalaninfreie Aminosäure-Mischungen (ASM).

Es gibt Hinweise, dass die Prävalenz von Übergewicht bei erwachsenen PatientInnen mit PKU gegenüber der Allgemeinbevölkerung erhöht ist [1, 2]. Diese Beobachtung wird von anderen Studien nicht bestätigt [3, 4]. Die erhöhte Prävalenz von Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen mit PKU scheint eindeutiger (z. B. PKU 31,7 % vs. Gesunde 12,3 %) [5], dabei sind Mädchen mit PKU ca. zweimal so häufig von Übergewicht betroffen als Jungen [2, 6].

Zucker- und fettreiche Lebensmittel enthalten wenig bis kein Phenylalanin, weshalb bei PatientInnen mit PKU deren bevorzugter Ein-

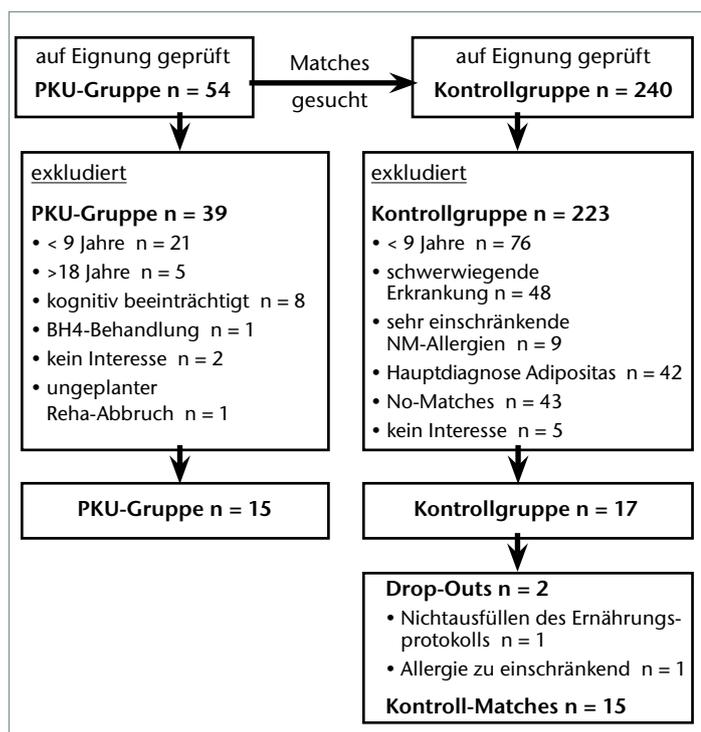


Abb. 1: Flow-Chart ProbandInnenkollektiv Nahrungsmittelallergien = NM-Allergien

satz zu einer erhöhten Energiezufuhr führen kann und die Entwicklung von Übergewicht begünstigen könnte. Besonders proteinarme Speziallebensmittel liefern zwischen 2 und 18 % mehr Energie als ihre proteinreichen Äquivalente [7]. Außerdem zeigte eine italienische Studie, dass der glykämische Index der aufgenommenen Nahrung bei Kindern mit PKU deutlich höher ist (PKU $62,2 \pm 5,8$ vs. Gesunde $48,5 \pm 8,4$) [8].

Die vorliegende Studie untersuchte den Ernährungsstatus und die Ernährungsgewohnheiten von Kindern und Jugendlichen mit PKU und verglich die Ergebnisse mit stoffwechselgesunden, geschlechts- und altersangepassten Kontrollen.

Methodik

Design und ProbandInnenkollektiv

Die Studie wurde von Juni bis September 2018 als prospektive, kontrollierte Querschnittuntersuchung im *Matched Pair Design* am Kinder-Rehazentrum Usedom in Kölpinsee, Mecklenburg-Vorpommern, durchgeführt, deren Träger die IFA Hotel und Touristik AG ist.

In die PKU-Gruppe wurden 9- bis 18-jährige PatientInnen des Rehazentrums mit klassischer PKU aufgenommen. Ausgeschlossen wurden PatientInnen mit einer milden Form der PKU, Tetrahydrobiopterin (BH4)-Sensitivität oder kognitiver Einschränkung aufgrund eines zu späten Behandlungsbeginns. Außerdem durfte keine schwerwiegende Zweiterkrankung vorliegen. In die Kontrollgruppe konnten Kinder und Jugendliche aufgenommen werden, die im Geschlecht und Alter ± 2 Jahre mit einem/r PatientIn mit PKU matchten und keine schwerwiegenden Erkrankungen,

sehr einschränkende Nahrungsmittelallergien oder Adipositas als Hauptdiagnose aufwiesen. Es handelte sich entweder selbst um PatientInnen der Rehaklinik oder Geschwisterkinder von PatientInnen. Der ProbandInnenfluss ist Abbildung 1 zu entnehmen.

Untersuchungsmethoden

Anthropometrie und Körperzusammensetzung

Das Körpergewicht wurde standardisiert mit einer Standwaage (Seca 799, Hamburg Deutschland) ermittelt. Das Wiegen erfolgte nüchtern und angekleidet (nachträglich Abzug von 200 g Gewicht), wobei die Schuhe ausgezogen wurden. Die Körpergröße wurde mit einem Stadiometer auf 0,5 cm genau gemessen. Für die Beurteilung des Body-Mass-Index (BMI) wurden die BMI-Perzentilen von Kromeyer-Hauschild et. al. verwendet [9]. Der Taillenumfang wurde am freien Oberkörper, nach dem Ausatmen, 1 cm über den Bauchnabel auf 0,5 cm genau gemessen.

Die Messung der Körperzusammensetzung erfolgte im Liegen mit einer Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA) mit Nutri-Guard MS (Data-Input, Pöcking, Deutschland). Für die Messung wurden je zwei Klebeelektroden an Hand und Fuß der dominanten Körperseite angebracht. Dokumentiert wurden Resistanz, Reaktanz, Phasenwinkel, fettfreie Masse (FFM), Fettmasse (FM) und Gesamtkörperwasser. Anschließend wurden die Werte mit den entsprechenden Normwerten für 3- bis 18-Jährige verglichen [10, 11]. Die vom Gerät verwendeten Regressionsformeln für Kinder und Jugendliche sind validiert [12]. Zur standardisierten Messung wurden die ProbandInnen gebeten, bis 12 Stunden vor der Messung keine sportlichen Aktivitäten durchzuführen und mindestens 8 Stunden vorher nichts zu essen.

Beurteilung der Ernährungsgewohnheiten

Die Beurteilung der Ernährungsgewohnheiten erfolgte über drei Wege, die nachfolgend detailliert beschrieben werden. Ernährungsprotokolle ermöglichten während des Reha-Aufenthaltes den Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr zwischen den Gruppen, sowie mit den Empfehlungen der europäischen PKU-Leitlinie von 2017 [13]. Ein *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) [14] gab Einblick in das Ernährungsverhalten zu Hause. Aus den Ergebnissen dieser beiden Methoden wurde jeweils der *Healthy Eating Index der European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (HEI-EPIC) [15] zur Beurteilung der Ernährungsqualität berechnet. Um das Ernäh-



rungsverhalten noch besser abzubilden, ergänzte ein selbst erstellter Fragebogen zum Ernährungsverhalten zu Hause die Daten.

Ernährungsprotokoll

Das Ernährungsprotokoll (EP) führten die Teilnehmenden als 3-Tage-Wiegeprotokoll, wofür sie in Ausnahmefällen, z. B. beim Außer-Haus-Verzehr, die Nahrungsmenge schätzen durften. Die Auswahl des Essens zu den Hauptmahlzeiten erfolgte morgens und abends an einem Buffet, mittags über Auswahlmenüs. Die Energie- und Nährstoffzufuhr (Protein, Fett, Kohlenhydrate, Ballaststoffe, Phenylalanin) wurde mit dem Nährwertberechnungsprogramm Prodi basis 6.8 (Nutri-Science, Freiburg, Deutschland) berechnet.

Zum Vergleich mit den Empfehlungen erfolgte zunächst die Berechnung des Ruheenergiebedarfs (REE) nach WHO [16]. Um den Gesamtenergiebedarf zu berechnen, wurden zwei Aktivitätslevel unterschieden. Zu rehabilitierende Kinder hatten mehrmals wöchentlich Sport, weshalb ein Wert von 1,6 für das *Physical Activity Level* (PAL) festgelegt wurde. Studienteilnehmende, die nur Begleitkinder ihrer Geschwister waren und keine Therapien erhielten, bekamen einen PAL-Wert von 1,4 zugeteilt. Die Berechnung des Proteinbedarfs erfolgte bei der Kontrollgruppe nach den Empfehlungen der *World Health Organization* (WHO), der *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) und der *United Nations University* (UNU) und in der PKU-Gruppe, gemäß der europäischen PKU-Leitlinie, mit zusätzlichen 40 % aus ASM [13, 17]. Bei Übergewicht wurde das Normalgewicht (Gewicht bei 50. Perzentile) zur Bedarfsermittlung herangezogen. Die Beurteilung der Nährstoffrelation richtete sich nach den Empfehlungen für die Allgemeinbevölkerung und somit nach den Referenzwerten für Deutschland, Österreich und der Schweiz (D-A-CH) [18]. Auch die empfohlene Ballaststoffzufuhr richtete sich nach der D-A-CH-Empfehlung aus dem Jahr 2019 von 10 g/1000 kcal.

Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Zur Erhebung des Ernährungsverhaltens zu Hause wurde der validierte Fragebogen der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) herangezogen [19]. Er besteht aus 45 Lebensmittel-Items, für die die Verzehrhäufigkeit der letzten vier Wochen und die üblichen Portionsgrößen abgefragt wurden. TeilnehmerInnen (TN) der PKU-Gruppe konnte zusätzlich ankreuzen, ob sie bei entsprechender Möglichkeit die proteinarme Variante eines Lebensmittels wählten. Mit Umrechnungstabellen und festgelegten Grammmengen konnten die durchschnittlichen täglichen Verzehrsmengen mit folgender Formel berechnet werden: Häufigkeit \times Portionsmenge [g] / 28 = durchschnittliche Verzehrmenge pro Tag [g]

Ernährungsqualität (HEI-EPIC)

Der HEI-EPIC zur Beurteilung der Ernährungsqualität richtet die Grammmangaben der Portionen nach den deutschen Empfehlungen für Erwachsene [15]. Für das junge Studienkollektiv wurden die Empfehlungen auf Grundlage der optimierten Mischkost des Forschungsdepartments für Kinderernährung der Universitätsklinik Bochum von 2017 angepasst [20].

Die verzehrten Portionen einer Lebensmittelkategorie wurden mit den Portionsangaben der Ernährungspyramide des Bundeszentrums für Ernährung [21] verglichen und in Punkte umgerechnet (optimale

Punktzahl = 80; abhängig davon, wie stark die tatsächlichen Verzehrsmengen den empfohlenen Verzehrsmengen entsprachen). In den Kategorien Getränke, Gemüse und Obst konnten bei der Überschreitung der empfohlenen Verzehrmenge jeweils 10 Bonuspunkte gewonnen werden (maximale Punktzahl = 110) [15]. Bei über 80 % Übereinstimmung des Verzehrverhaltens mit den Empfehlungen (> 64 Punkte) wurde das Ernährungsverhalten als gut eingestuft, bei 50-80 % (> 40-64 Punkte) als verbesserungswürdig und bei < 50 % (\leq 40 Punkte) als schlecht [15]. Zu beachten ist, dass die Einnahme der ASM bei der PKU-Gruppe als Ersatz-Portion für die Kategorie Fleisch galt. Die Lebensmittelkategorie „Extras“ beinhaltete Süßigkeiten und Knabbereien.

Ergänzende Abfrage der Ernährungsgewohnheiten zu Hause

Ein selbst erstellter Fragebogen umfasste Fragen zur allgemeinen Charakterisierung der Kinder sowie zu den Themen Mahlzeitenstruktur, Sättigungsgefühl, Eigenverantwortung in der Ernährung und speziell für die PKU-Gruppe dem Verzehr verbotener Lebensmittel.

Er bestand aus 11 offenen Fragen, 12 Fragen mit verschiedenen Ankreuzmöglichkeiten, von denen die Zutreffendste angekreuzt werden sollte, sowie 19 Fragen mit verbalen Rating-Skalen.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS (IBM, Armonk, New York, USA Version 26). Das zweiseitige Signifikanzniveau betrug 0,05.

In der inferentiellen Statistik erfolgten abhängige Gruppenvergleiche zwischen den Matches oder innerhalb der einzelnen Gruppen mit einem abhängigen T-Test bei Normalverteilung, andernfalls mit dem Wilcoxon-Test. Zur Beurteilung von Unterschieden nominaler Variablen beziehungsweise ordinaler mit weniger als 5 Antwortmöglichkeiten, wurde bei vorhandenen Voraussetzungen der Chi-Quadrat-Test oder der exakte Test nach Fisher angewandt. Bei Bedarf wurden dazu mehrere Kategorien zu einer zusammengefasst. Korrelationsüberprüfung bivariater Zusammenhänge erfolgten nach Pearson oder Spearman.

Ergebnisse

ProbandInnencharakteristik

Es nahmen je 15 ProbandInnen für die PKU-Gruppe und für die Kontrollgruppe an der Studie teil (Tabelle 1). Gründe für den Reha-Auf-



enthalt der Kontrollgruppe waren Neurodermitis (n = 2) und Asthma (n = 5), die meisten waren gesunde Begleitkinder (n = 8).

Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr zwischen den Gruppen und mibden D-A-CH-Referenzweaten (Ernährungsprotokolle)

Die Energiezufuhr pro Tag zwischen PKU-Gruppe und Kontrollgruppe war in absoluten Werten vergleichbar. In Relation zum Bedarf nach WHO zeigte sich dagegen eine signifikant höhere Energiezufuhr in der Kontrollgruppe im Vergleich zur PKU-Gruppe (Tabelle 2). Auch die Nährstoffrelation unterschied sich signifikant bei allen Nährstoffen (Abbildung 2). So nahm die PKU-Gruppe prozentual weniger Protein auf, wobei 27 % der PKU-Gruppe (n = 4) knapp unterhalb der empfohlenen 10-20 Energie-% (En%) lagen. Bei der Kontrollgruppe lagen alle Teilnehmenden innerhalb der Empfehlungen. Auch hinsichtlich der Fettzufuhr nahm die PKU-Gruppe prozentual weniger auf als ihre Kontrollen, dabei lagen 20 % (n = 3) unterhalb, über die Hälfte (n = 8) innerhalb und über ein Viertel (n = 4) über den empfohlenen 30-35 En% Fett. In der Kontrollgruppe lagen 13 Kinder darüber. Anders hingegen bei den empfohlenen 50-60 En% für Kohlenhydrate, bei denen sich 13 TN (87 %) der PKU-Gruppe innerhalb dieser befanden, aber nur 4 TN (27 %) der Kontrollgruppe. Die restlichen 11 TN der Kontrollgruppe lagen darunter.

Beim Vergleich der Proteinzufuhr mit dem Mindestbedarf erreichten diesen alle bis auf zwei ProbandInnen der PKU-Gruppe (trotz der geringen prozentualen Zufuhr bei der PKU-Gruppe [n = 4]). Dabei deckten die Proteinzufuhr in der PKU-Gruppe zu durchschnittlich 75 ± 6 % die ASM ab.

Im Durchschnitt wurde die empfohlene Ballaststoffzufuhr in beiden Gruppen nicht erreicht (Tabelle 2). In der PKU-Gruppe erreichten 40 % (n = 6), bei der Kontrollgruppe lediglich 20 % (n = 3) ihren Ballaststoffbedarf.

Vergleich der Ernährungsqualität während des Reha-Aufenthaltes und zu Hause (HEI-EPIC)

Durchschnittlich lag die Ernährungsqualität beider Gruppen im verbesserungswürdigen Bereich (Punktzahl 40 bis 64). Während der Reha war sie bei 90 % (n = 14) der PKU-Gruppe und 87 % der Kontrollgruppe (n = 13) verbesserungswürdig. Ein Kind der PKU-Gruppe und zwei Kinder der Kontrollgruppe wiesen eine schlechte Ernährungsqualität auf. Die Auswertung des FFQ für die Ernährung zu Hause ergab, dass in beiden Gruppen je ein

	Gesamt (n = 30)	PKU-Gruppe (n = 15)	Kontrollen (n = 15)	p-Wert
Geschlecht (w/m, n (%))		7 (47) 8 (53)	7 (47) 8 (53)	
Alter in Jahren	12 ± 2	12 ± 2	12 ± 2	0,582
Größe in cm	157 ± 12	156 ± 12,0	158 ± 11	0,433
Gewicht in kg	51,0 ± 17,2	48,9 ± 13,9	53,0 ± 20,2	0,438
BMI-Perzentile	63,5 ± 29,8	62,5 ± 29,3	64,4 ± 31,2	0,852
< P3 (n (%))	2 (7)	1 (7)	1 (7)	
P3– < P15 (n (%))	3 (10)	2 (13)	1 (7)	
P15–P50 (n (%))	6 (20)	3 (20)	3 (20)	
> P50– < P85 (n (%))	11 (36)	6 (40)	5 (33)	
P85–P97 (n (%))	5 (17)	2 (13)	3 (20)	
> P97 (n (%))	3 (10)	1 (7)	2 (13)	
Taillenumfang in cm (n = 16)*	69,0 ± 10,7	68,6 ± 7,6	69,3 ± 12,7	0,120
Fettmasse in %	23,3 ± 9,3	23,0 ± 7,4	23,5 ± 11,2	0,869
Magermasse in %	76,8 ± 9,4	77,0 ± 7,4	76,6 ± 11,3	0,886

Tab. 1: **ProbandInnencharakteristik**

verbundener T-Test, Daten sind als Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (STD) dargestellt. Einordnung in die BMI-Perzentile erfolgte nach Kromeyer-Hauschild et. al [9]: < P3 = starkes Untergewicht, P3–< P15 = Untergewicht, P15–P50 = unteres Normalgewicht, > P50– < P85 = oberes Normalgewicht, P85–P95 = Übergewicht, > P97 = Adipositas
* Taillenumfang wurde anfangs nicht gemessen

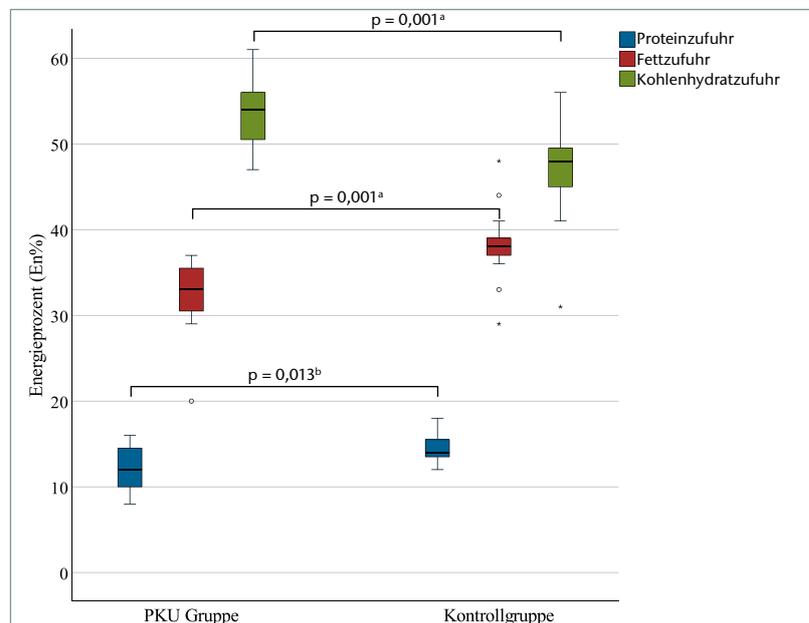


Abb. 2: **Vergleich der Nährstoffrelationen zwischen den Gruppen**
a Wilcoxon-Test, b verbundener T-Test

Kind eine schlechte Ernährungsqualität aufwies, Dreiviertel (je n = 12) eine verbesserungswürdige und 13 % (je n = 2) eine gute Ernährungsqualität.

In Abbildung 3 sind die HEI-EPIC-Scores für beide Gruppen während der Reha und zu Hause dargestellt. Die Ernährungsqualität in der PKU-Gruppe zu Hause war laut FFQ signifikant besser als während der Reha laut Ernährungsprotokoll (p = 0,021).

	PKU-Gruppe (n = 15)	Kontrollen (n = 15)	p-Wert
Energiezufuhr (kcal)	2063 ± 526	2221 ± 516	0,356
Energiezufuhr (% zum Bedarf nach WHO)	94 ± 22	108 ± 23	0,031
Protein-Zufuhr (g)	61,1 ± 13,7	81,3 ± 20,7	0,004
Protein-Zufuhr (% des Mindestbedarfs)	122 ± 24	205 ± 65	< 0,001
Fett-Zufuhr (g)	75,3 ± 22,6	91,4 ± 23,1	0,065
KH-Zufuhr (g)	274 ± 78	256 ± 69	0,421
BST-Zufuhr (g)	18,1 ± 4,1	16,7 ± 4,1	0,285
BST-Zufuhr (% der D-A-CH-Empfehlung)	93 ± 31	77 ± 18	0,114
Phe-Zufuhr (g)	593 ± 174	3729 ± 929	< 0,001

Tab. 2: Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr verbundener T-Test, Daten sind als Mittelwert (MW) ± Standardabweichung (STD) dargestellt, KH = Kohlenhydrate, BST = Ballaststoffe, Phe = Phenylalanin.

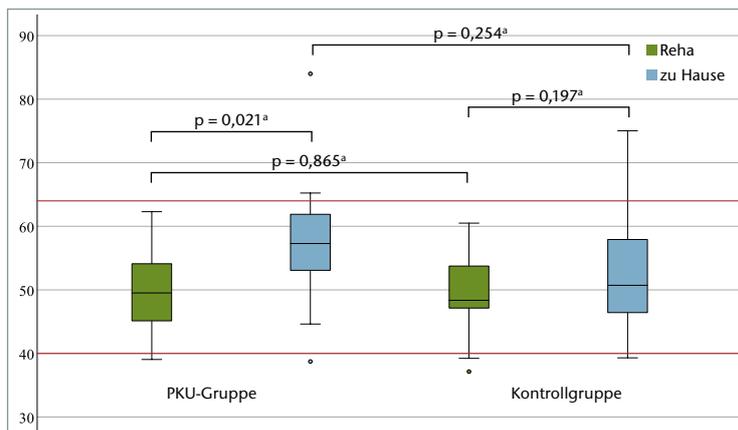


Abb. 3: Vergleich der Ernährungsqualität (HEI-EPIC-Scores) zwischen den Gruppen und innerhalb der Gruppen während der Reha und zu Hause

^a verbundener T-Test, Bezugslinien geben Bewertungsbereich an: > 64 Punkte = gut, > 40–64 Punkte = verbesserungswürdig, ≤ 40 Punkte = schlecht.

Neben der Ernährungsqualität insgesamt wurde auch der durchschnittliche, tägliche Verzehr an Portionen der jeweiligen Lebensmittelkategorie zwischen den Gruppen verglichen (Tabelle 3).

Werden die aufgenommenen Lebensmittelportionen mit denen der Ernährungspyramide [21] verglichen (Abbildung 4), so wurden während des Reha-Aufenthaltes in der PKU-Gruppe nicht ausreichend kalorienarme Getränke getrunken (Ist $3,3 \pm 4,1$ vs. 6 Portionen, $p = 0,034$) und durchschnittlich eine Portion zu wenig Gemüse (Ist $1,9 \pm 0,8$ vs. 3 Portionen, $p = < 0,001$) und Obst (Ist $1,1 \pm 0,4$ vs. 2 Portionen, $p = 0,001$) gegessen. Nur 13 % ($n = 2$) verzehrten mindestens die empfohlenen 3 Portionen Gemüse. Die empfohlenen Portionen an proteinarmen Getreide- und Milchprodukten wurden ebenfalls nicht erreicht (Getreide: Ist $3,2 \pm 0,9$ vs. 4 Portionen, $p = 0,004$; Milch: Ist $2,2 \pm 1,1$ vs. 3 Portionen, $p = 0,014$). Dafür verzehrten sie fast das Doppelte an Fetten und das Dreifache an Extras (Fette: Ist $3,7 \pm 1,1$ vs. 2 Portionen, $p = < 0,001$; Extras: Ist $2,7 \pm 2,0$ Portionen vs. 1 Portion, $p = 0,001$). Bei der Kontrollgruppe wichen die Getränke- und Getreideportionen nicht signifikant von den Empfehlungen ab (Getränke: Ist

$6,1 \pm 2,7$ vs. 6 Portionen, $p = 0,912$; Getreide: Ist $3,6 \pm 1,2$ Portionen vs. 4 Portionen, $p = 0,258$), ihre Gemüse- und Obstportionen waren auch geringer (Gemüse: Ist $1,4 \pm 1,5$ vs. 3 Portionen, $p = 0,005$; Obst: Ist $0,9 \pm 0,6$ vs. 2 Portionen, $p < 0,001$).

Im Unterschied zum Reha-Aufenthalt waren die Getränke- und Obstportionen der PKU-Gruppe zu Hause höher (Getränke FFQ: $12,4 \pm 8,2$, EP: $3,3 \pm 4,1$; $p = 0,003$; Obst FFQ: $2,5 \pm 2,4$, EP: $1,1 \pm 0,4$, $p = 0,015$), sodass sie die Empfehlungen erreichten. Der Fettverzehr entsprach ebenfalls den Empfehlungen (FFQ: $1,8 \pm 1,4$, EP: $3,7 \pm 1,1$, $p = 0,003$). Auch die Kontrollen erreichen zu Hause die Obstportionen im Gegensatz zum Reha-Aufenthalt (Obst FFQ: $2,3 \pm 1,7$, EP: $0,9 \pm 0,6$, $p = 0,017$). Einen Überblick darüber, wie sich die Portionen während der Reha und zu Hause von den Empfehlungen der Ernährungspyramide unterschieden, gibt Abbildung 4.

Ernährungsgewohnheiten

Bei den sonstigen Ernährungsgewohnheiten zeigten sich zwischen den Gruppen keine Unterschiede (Tabelle 4). Alle Kinder der PKU-Gruppe aßen mindestens 3 Hauptmahlzeiten am Tag (Kontrollen: 1-mal kein Frühstück), 9 nahmen 1-2 Zwischenmahlzeiten ein (60 %, Kontrollen: $n = 12$, 80 %).

Hinsichtlich der Mahlzeitengestaltung zeigte sich, dass mehrmals in der Woche (PKU: 53 %, $n = 8$; Kontrollen: 53 %, $n = 8$) bis täglich (40 %, $n = 6$; Kontrollen: 40 %, $n = 6$) frisch gekocht wurde. Außerdem empfanden fast alle Kinder die Atmosphäre während der Mahlzeiten mindestens als gut ($n = 14$, Kontrollen: $n = 14$). Lediglich ein Kind je Gruppe schätzte die Atmosphäre als mittelmäßig, keines jedoch als schlecht ein.

Ob und wann die TeilnehmerInnen der PKU-Gruppe Gemüse oder Obst essen möchten, konnten knapp Dreiviertel ($n = 11$, Kontrollen: $n = 11$) selbst entscheiden, da ihnen diese Lebensmittel immer zur Verfügung standen. Süßigkeiten und Knabberereien standen 60 % der PKU-Gruppe ($n = 9$, Kontrollen: $n = 9$) nicht immer zur Verfügung, insgesamt konnten sie sich jedoch auch hier meistens ($n = 5$, Kontrollen: $n = 6$) bis immer ($n = 6$, Kontrollen: $n = 5$) frei dafür oder dagegen entscheiden.

Über 50 % der PKU-Gruppe ($n = 8$) aßen zwischen 1- bis 3-mal in der Woche unerlaubt Lebensmittel mit hohen Phe-Gehalten, davon meistens proteinreiche Süßigkeiten. Nur ein Drittel (33 %, $n = 5$) gab an, nie solche Lebensmittel zu verzehren.

	PKU-Gruppe (n = 15)	Kontrollen (n = 15)	p-Wert	PKU-Gruppe (n = 15)	Kontrollen (n = 15)	p-Wert
Lebensmittelgruppe	durchschnittliche tägliche Anzahl an Portionen im FFQ			durchschnittliche tägliche Anzahl an Portionen im EP		
Getränke	12,4 ± 8,2	9,5 ± 8,5	0,281 ^b	3,3 ± 4,2	6,1 ± 2,7	0,020 ^b
Gemüse	1,4 ± 0,9	1,4 ± 1,5	0,363 ^b	1,9 ± 0,8	1,8 ± 1,2	0,854 ^a
Obst	2,5 ± 2,4	2,3 ± 1,7	0,955 ^b	1,1 ± 0,4	0,9 ± 0,6	0,069 ^a
Getreide (-produkte), Kartoffeln	3,5 ± 1,9	5,1 ± 4,4	0,514 ^b	3,2 ± 0,9	3,6 ± 1,2	0,196 ^a
(proteinarme) Milch (-produkte)	3,2 ± 6,0	3,0 ± 2,8	0,470 ^b	2,2 ± 1,1	1,9 ± 1,4	0,443 ^b
Fleisch, Fisch, Wurst, Ei bzw. ASM	1,3 ± 0,9	4,6 ± 6,0	0,011 ^b	1,3 ± 0,4	3,6 ± 1,5	0,001 ^b
Fette	1,8 ± 1,4	2,6 ± 2,6	0,396 ^b	3,7 ± 1,1	2,9 ± 1,3	0,062 ^b
Extras	4,0 ± 4,2	5,4 ± 7,6	0,865 ^b	2,7 ± 2,0	3,2 ± 1,4	0,334 ^b

Tab. 3: Vergleich der verzehrten Anzahl an Portionen pro Tag zwischen den Gruppen je Lebensmittelgruppe zu Hause und während des Reha-Aufenthaltes

^a verbundener T-Test, ^b Wilcoxon-Test, Daten sind als Mittelwert ± Standardabweichung dargestellt. FFQ = Food Frequency Questionnaire, EP = Ernährungsprotokoll, ASM = Aminosäuremischung.

Diskussion

Gemeinsamkeiten und Unterschiede in Ernährungsqualität und -verhalten

Nach Kenntnis der Autorinnen wurde die Ernährungsqualität bei PatientInnen mit PKU bisher weder erfasst noch mit einer Kontrollgruppe verglichen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigten, dass sich die Ernährungsqualität von Kindern mit PKU nicht von stoffwechselgesunden Kontrollen unterschied. Das vielseitige Angebot an Speziallebensmitteln, zum Beispiel proteinarme Milch, Joghurt und Käse(-alternativen), könnte bei PatientInnen mit PKU heutzutage zu einer ähnlichen Lebensmittelauswahl wie der Stoffwechselgesunder führen.

Die Nährstoffrelationen unterschieden sich im Gegensatz zur Ernährungsqualität signifikant zwischen den Gruppen. Die PKU-Kinder nahmen prozentual zur Energie weniger Protein als die Kontrollgruppe auf. Die prozentuale Fettzufuhr war in der PKU-Gruppe geringer, befand sich im Schnitt jedoch innerhalb der Empfehlungen. Nur die prozentuale Kohlenhydratzufuhr war in der PKU-Gruppe höher. Auch hier lagen die PKU-Kinder durchschnittlich innerhalb der Referenzen, die Kontrollgruppe darunter.

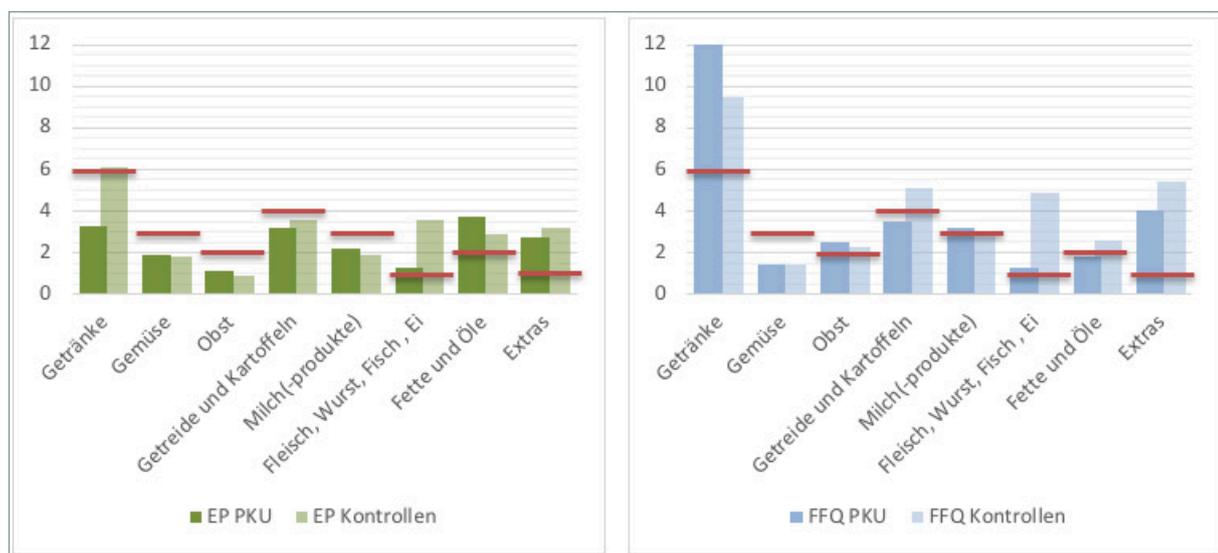


Abb. 4: Vergleich der verzehrten Portionen mit den Empfehlungen des Bundeszentrums für Ernährung (rote Linien), links während der Reha (EP = Ernährungsprotokoll), rechts zu Hause (FFQ = Food Frequency Questionnaire)



	PKU-Gruppe (n = 15) n (%)	Kontrollgruppe (n = 15) n (%)	p-Wert
Snacking ja, n (%)	15 (100)	14 (93)	1,000 ^a
Sättigungsgefühl (sehr stark (1) – schwach (4))	2,6 ± 1,0	2,0 ± 0,8	0,104 ^b
Alleinessen ja, n (%)	0 (0)	1 (7)	1,000 ^a
gemeinsame Mahlzeiten (täglich (1) – an Feiertagen (4))	1,3 ± 0,7	1,8 ± 1,1	0,198 ^b
subjektives Empf. Essatmosphäre (sehr gut (1) – sehr schlecht (5))	1,7 ± 0,6	1,6 ± 0,6	0,512 ^b
erlaubte Medien (%) Ø, ♯, ☞	20 20 60	20 20 60	

Tab. 4: Vergleich der Ernährungsgewohnheiten zwischen den Gruppen PatientInnen mit PKU und Kontrollen

^a exakter Test nach Fisher, ^b Mann-Whitney-U-Test, Ø = keine Medien, ♯ = auditive Medien, ☞ = audiovisuelle Medien

In einer italienischen Studie von 2017 [8], die die Nährstoffzufuhr von 5- bis 11-jährigen Kindern mit PKU mit geschlechts- und altersadaptierten Matches verglich, war die Proteinzufuhr zwar in beiden Gruppen innerhalb der Empfehlungen, trotzdem lagen die Werte deutlicher auseinander (PKU $9,8 \pm 1,9$ vs. Kontrollen $15,0 \pm 1,7$ En%). Die Fettzufuhr war in der PKU-Gruppe zu gering und bei der Kontrollgruppe angemessen (PKU $27,9 \pm 7,0$ vs. Kontrollen $31,5 \pm 4,5$ En%). Die Kohlenhydratzufuhr war im Gegensatz zur vorliegenden Studie in der PKU-Gruppe zu hoch und bei der Kontrollgruppe wiederum angemessen (PKU $63,4 \pm 6,8$ vs. Kontrollen $55,6 \pm 4,9$ En%).

Die Abweichungen könnten teilweise mit kulturellen Unterschieden in den Ernährungsgewohnheiten von deutschen und italienischen Kindern zusammenhängen. Die höhere Differenz zwischen der Protein- und Fettzufuhr im Vergleich zur vorliegenden Arbeit kann damit nur teilweise erklärt werden.

Mehr Aufschluss könnte eine Studie aus dem Jahr 2005 geben [25], in der für die Erhebung der Nährstoffzufuhr PKU-Kinder in 2 Gruppen aufgeteilt wurden. Eine Test-Gruppe bekam eine ASM mit essenziellen Fettsäuren und die Kontrollgruppe eine herkömmliche ASM. Die Test-Gruppe erreichte die Nährstoffrelation entsprechend der Empfehlungen und damit auch die empfohlene Fettzufuhr (Test-Gruppe: Protein 13 %, Fett 34 %, KH 53 %, Kontrollgruppe: Protein 10 %, Fett 27 %, KH 59 %) [25]. Die Studie kam somit zu ähnlichen Ergebnissen wie die vorliegende Arbeit. In der PKU-Gruppe der vorliegenden Arbeit waren die ASM teilweise mit essenziellen Fettsäuren angereichert.

Bei ähnlichen Portionen an Stärkebeilagen könnte die höhere Kohlenhydratzufuhr der PKU-Gruppe mit einem höheren Kohlenhydratgehalt der Speziallebensmittel zusammenhängen. Auch Rocha et al. vermuten, dass der vergleichsweise hohe Kohlenhydratanteil der stärkehaltigen Speziallebensmittel in einer höheren Kohlenhydratzufuhr resultiert [7].

Der erhöhte Konsum von zuckerhaltigen Getränken könnte von der eingeschränkten Auswahl (darunter auch der Verzicht auf mit Aspartam gesüßte Limonaden) ausgehen. Auch dies könnte eine Erklärung für eine höhere Kohlenhydratzufuhr sein und gleichzeitig den geringen Konsum energiereicher Getränke während der Reha erklären. Die Zufuhr der ASM in Kombination mit Saft oder als gesüßter Fertig-Drink könnte auch dazu beitragen. In der PKU-Gruppe erreichten doppelt so viele Kinder nach den D-A-CH-Empfehlungen ihren Ballaststoffbedarf, die Kontrollgruppe hatte eine im Durchschnitt zu geringe Ballaststoffzufuhr. Heutzutage werden den Speziallebensmitteln oft Ballaststoffe, wie zum Beispiel pflanzliche Fasern und Zellulose zugesetzt und verbessern somit die Ballaststoffzufuhr von Kindern mit PKU. In der Kinder-Rehaklinik wurde vor allem Brot eines Herstellers angeboten, der einen hohen Ballaststoffanteil in seinen Produkten vorzuweisen hat. Das würde erklären, warum die PKU-Gruppe trotz ähnlicher Gemüse-, Obst- und Getreideportionen wie ihre Kontrollen, eher ihre empfohlene Ballaststoffzufuhr erreichten.

Die bereits erwähnte italienische Studie aus dem Jahr 2017 zeigte eine signifikant höhere Ballaststoffzufuhr von Kindern mit PKU zu Gesunden [8] ($p = 0,009$), die auf eine höhere Gemüsezufuhr zurückzuführen war ($p = 0,002$). Eine deutsche Studie von 2012 zeigte, dass Kinder mit PKU zwischen 2 und 10 Jahren zu mehreren Zeitpunkten zwischen 76 und 83% die von der optimierten Mischkost 2005 empfohlenen Verzehrsmengen von Gemüse und Obst erreichten [26]. Gesunde Kinder dieses Alters erreichten laut der 2015 veröffentlichten Daten der KiGGS-Welle 2 im Schnitt 50–70 % der empfohlenen 5 Portionen Gemüse und Obst am Tag [27]. Andere Studien deuten somit auf eine höhere Ballaststoffzufuhr durch einen höheren Gemüse- und Obstkonsum hin. Die Unterschiede zur vorliegenden Studie könnten kulturell bedingt und auf die heutige Auswahl proteinarmer Speziallebensmittel zurückzuführen sein, die PatientInnen mit PKU eine breitere Auswahl ermöglicht.

Risiko für die Entwicklung von Übergewicht

Wie beschrieben, ist die Studienlage einer erhöhten Übergewichtsprävalenz bei PatientInnen mit PKU derzeit inkonsistent [1–6]. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Verteilung in den BMI-Perzentilen zwi-



schen den Gruppen gleich und folglich kein häufigeres Auftreten von Übergewicht in der PKU-Gruppe verglichen mit stoffwechselgesunden Kontrollen vorhanden war.

Differenzen von Übergewichts-Prävalenzen in PKU- zu Kontrollgruppen unter verschiedenen Studien zu vergleichen, erweist sich aufgrund verschiedener Altersspannen als schwierig. Einerseits werden oft nationale Perzentil-Tabellen zur Bewertung des BMI herangezogen, die sich untereinander unterscheiden [5, 6]. Zum anderen unterscheiden sich die PKU-Gruppen der verschiedenen Studien. Dazu tragen unterschiedliche Zielwerte für die Blut-Phe-Einstellung [5] sowie der Einschluss verschiedener Typen (klassische, milde PKU, HPA) und bestimmter Therapien (BH4) bei [2].

In der vorliegenden Studie hatten die Kinder mit PKU zwar eine regelmäßige Mahlzeitenstruktur, doch gaben auch alle an, Snacks zu konsumieren. Davon rät die Bundeszentrale für gesundheitliche (BZgA) in ihren Empfehlungen zur Vorbeugung von Übergewicht ab.

Eine weitere Empfehlung der BZgA sind gemeinsame Mahlzeiten [28]. Häufige Familienmahlzeiten sind mit einem gesünderen Ernährungsmuster und einem geringerem Adipositasrisiko von Kindern und Jugendlichen assoziiert [29, 30]. Wichtig ist auch eine angenehme Atmosphäre, die sich positiv auf die Essgewohnheiten von Kindern auswirken kann [31]. Eine Dissertation aus den 1990er Jahren weist auf häufigeres isoliertes Füttern von Kleinkindern mit PKU im Vergleich zu gesunden Kontrollen hin und gibt zu bedenken, dass deshalb über Neugierde und Nachahmung weniger das Interesse entwickelt wird, neue Lebensmittel auszuprobieren [32]. In der vorliegenden Studie gab keines der Kinder der PKU-Gruppe an, zu Hause allein zu essen. 80 % der PKU-Gruppe (n = 12) nahmen täglich eine Mahlzeit gemeinsam mit der Familie ein und entsprechen damit der Empfehlung der BZgA. Außerdem wurde die Atmosphäre beim Essen von fast allen TN der PKU-Gruppe (n = 14) mindestens als gut empfunden.

Weiterhin empfiehlt die BZgA, Mediennutzung während der Mahlzeiten einzustellen, damit das Essen ohne Ablenkung genossen werden kann [28]. Da es in 60 % der PKU-Gruppe (n = 9) der vorliegenden Arbeit üblich war, audiovisuelle Medien während der Mahlzeiten zu nutzen, entsprachen sie in diesem Punkt wiederum nicht den Empfehlungen.

Als Limitation könnte die geringe Fallzahl gesehen werden. Bedenkt man den Untersuchungszeitraum von 4 Monaten sowie die Seltenheit der Stoffwechselerkrankung, waren es verhältnismäßig viele ProbandInnen, die gleichzeitig untersucht werden konnten. Das Kontrollkollektiv bestand zu etwa der Hälfte aus Kindern mit gesundheitlichen Einschränkungen. Auch wenn keine Allergien vorhanden waren, die die Ernährung grundlegend verändern, könnten Asthma und Neurodermitis das Ernährungsverhalten beeinflusst haben. Zudem hatten die gesunden Kinder keine bestimmten Therapien und konnten ihre Freizeit individuell gestalten. Diese Schwäche ermöglichte aber die besondere Stärke dieser Studie, das Matched Pair Design von Kindern und Jugendlichen, die an Ort und Zeit denselben Umgebungsfaktoren ausgesetzt waren.

Weiterhin kann das Setting der Rehabilitationsklinik selbst als Limitation gesehen werden, da das Lebensmittelangebot verändert und an bestimmte Esszeiten gebunden ist. Auch hierdurch kann das Ernährungsverhalten der Kinder beeinflusst worden sein. Ins-

besondere in der PKU-Gruppe zeigten sich signifikante Unterschiede zur Ernährungsqualität zu Hause. Andererseits hatten die Kinder jeweils gruppenintern dieselbe Auswahl und zudem verschiedene Auswahlmöglichkeiten.

Des Weiteren weisen die Erhebungsinstrumente Limitationen auf. Um die Lebensmittel zu wiegen, stand lediglich während der Esszeiten in der Reha eine Lebensmittelwaage zur Verfügung, außerhalb der Esszeiten wurden die Portionen geschätzt. Der *Food Frequency Questionnaire* des Robert Koch Instituts fragt die Verzehrhäufigkeiten und Portionsgrößen mit Hilfe von Bildern zur Orientierung ab, wodurch genauere Angaben möglich sind. Dennoch fehlen bspw. vegetarische Aufstriche als alternativer Brotbelag, die in der proteinarmen Ernährung von Bedeutung sind. Außerdem werden Zubereitungsfette nicht ausreichend berücksichtigt und abgefragt. Da der Fragebogen für Kinder ab 11 Jahren konzipiert ist und nicht vorausgesetzt werden kann, dass diese die Zubereitungsarten ihrer Gerichte kennen, ist die Nichtberücksichtigung von Zubereitungsfett verständlich. Zudem erfordert die Genauigkeit der Angaben ein gutes Erinnerungs- und Einschätzungsvermögen der Kinder und die tatsächliche Lebensmittelaufnahme könnte über- oder unterschätzt worden sein.

Zusammenfassung

Zusammenfassend unterstützen die Erkenntnisse der vorliegenden Studie nicht die These, dass bei PatientInnen mit PKU das Risiko von Übergewicht aufgrund unterschiedlicher Ernährungsgewohnheiten im Vergleich zu stoffwechselgesunden Kindern erhöht ist. Es ist jedoch anzumerken, dass bei PatientInnen mit PKU gleichermaßen Verbesserungspotenzial besteht wie in der Allgemeinbevölkerung, Übergewicht durch gesunde Ernährungsgewohnheiten und einen gesunden Lebensstil vorzubeugen.



Danksagung

Vielen Dank an alle, die an dieser Studie mitgewirkt haben, insbesondere an alle TeilnehmerInnen und ihre Eltern. Der KiGGS-Fragebogen wurde freundlicherweise durch das Robert Koch-Institut für diese Studie zur Verfügung gestellt.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Nicole von der Weiden^{1,3}

Christel Leitzke²

Dipl. -Psych. Tina Eisenblätter²

Dr. Sara Ramminger¹

Prof. Dr. Luzia Valentini¹

¹ Hochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Studiengang Diätetik, Mecklenburg-Vorpommern

² Kinder-Rehazentrum Usedom, Mecklenburg-Vorpommern

³ Diätassistentin, B. Sc. Diätetik

Tel: 0171 2435463

nicolevdw@web.de

Literatur

1. Trefz KF, Muntau AC, Kohlscheen KM, et al.: Clinical burden of illness in patients with phenylketonuria (PKU) and associated comorbidities – a retrospective study of German health insurance claims data. *Orphanet J Rare Dis* 2019; 14(1): 181.
2. Gokmen Ozel H, Ahring K, Bélanger-Quintana A, et al.: Overweight and obesity in PKU: The results from 8 centres in Europe and Turkey. *Mol Genet Metab Rep* 2014; 1: 483–6.
3. Robertson L, McStravick N, Ripley S, et al.: Body mass index in adult patients with diet-treated phenylketonuria. *J Hum Nutr Diet* 2013; 26: 1–6.
4. Rocha JC, van Spronsen FJ, Almeida MF, et al.: Dietary treatment in phenylketonuria does not lead to increased risk of obesity or metabolic syndrome. *Mol Gen Metab*. 2012. 107: 659–63.
5. Walkowiak D, Kaluzny L, Bukowska-Posadzy A, et al.: Overweight in classical phenylketonuria children: A retrospective cohort study. *Adv Med Sci* 2019; 64(2): 409–14.
6. Burrage LC, McConnell J, Haesler R, et al.: High prevalence of overweight and obesity in females with phenylketonuria. *Mol Gen Metab* 2012; 107(1): 43–8.
7. Rocha JC, MacDonald A, Trefz F: Is overweight an issue in phenylketonuria? *Mol Gen Metab* 2013; 110: 18–24.
8. Moretti F, Pellegrini N, Salvatici E, et al.: Dietary glycemic index, glycemic load and metabolic profile in children with phenylketonuria. *NMCD* 2017; 27(2): 176.
9. 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. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2001. 149(8): 807–18.
10. Data Input GmbH. Normwerte zur Body Composition: Mädchen n = 6.392. https://data-input.de/media/pdf_deutsch_2017/Data_Input_Perzentilentabelle_Maedchen_2018.pdf (last accessed on 07. May 2020).
11. Data Input GmbH. Normwerte zur Body Composition: Jungen n = 5.627. https://data-input.de/media/pdf_deutsch_2017/Data_Input_Perzentilentabelle_Jungen_2018.pdf (last accessed on 07 May 2020).
12. Data Input GmbH. BIA-Formeln für Kinder und Jugendliche: Übersicht der Publikationen. http://www.data-input.de/media/pdf_deutsch_2017/Data_Input_Formeluebersicht_Details.pdf. (last accessed on 18 March 2020).
13. van Wegberg A, MacDonald A, Ahring K, et al.: The complete European guidelines on phenylketonuria: diagnosis and treatment. *Orphanet J Rare Dis* 2017; 12(1): 162.
14. Truthmann J, Mensink GB, Richter A: Relative validation of the KiGGS food frequency questionnaire among adolescents in Germany. *Nutr J* 2011; 10(1): 133.
15. Von Rüsten A, Illner A, Boeing H, Flothkötter M: Die Bewertung der Lebensmittelaufnahme mittels eines, Healthy Eating Index (HEI-EPIC). *Ernährungs-Umschau* 2009; 8(9): 450–56.
16. World Health Organization (WHO), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations University (UNU): Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva: World Health Organization; 1985.
17. World Health Organization (WHO): Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO technical report series; no. 935. 2002: Geneva, Switzerland.
18. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Auflage. Frankfurt am Main: Neuer Umschau Buchverlag; 2019.
19. Mensink GB, Burger M. Was isst du? Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz. 2004. 47(3): 219–26.
20. Kersting M, Kalhoff H, Lücke T: Von Nährstoffen zu Lebensmitteln und Mahlzeiten: das Konzept der Optimierten Mischkost für Kinder und Jugendliche in Deutschland. *Aktuel Ernährungsmed* 2017; 42(04): 304–15.
21. Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) (Hrsg.): Die Ernährungspyramide – Richtig essen lehren und lernen. 6. Auflage 2018.
22. Topp CW, Østergaard SD, Søndergaard S, Bech P. The WHO-5 Well-Being Index: A systematic review of the literature. *Psychother Psychosom* 2015; 84(3): 167–76.
23. Die Arbeitsgemeinschaft für pädiatrische Stoffwechsellstörungen (APS): Therapie von Patienten mit Phenylketonurie. http://www.aps-med.de/site/store/recommendations/Therapy_of_patients_with_Phenylketonuria%20_DE.pdf (last accessed on 19. January 2020).
24. World Health Organization (WHO): Global recommendations on physical activity for health. file:///C:/Users/Benutzer01/Downloads/9789241599979_eng.pdf (last accessed on 10 October 2022).
25. Rose HJ, White F, MacDonald A, et al.: Fat intakes of children with PKU on low phenylalanine diets. *J Hum Nutr Diet* 2005; 18(5): 395–400.
26. Rohde C, Mütze U, Weigel JFW, et al.: Unrestricted consumption of fruits and vegetables in phenylketonuria: no major impact on metabolic control. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66: 633.
27. Borrmann A, Mensink GBM, KiGGS Study Group: Obst- und Gemüsekonsum von Kindern und Jugendlichen in



- Deutschland. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2015; 58(9): 1005-14.
28. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA): Übergewicht vorbeugen - So geht es leichter. <https://www.uebergewicht-vorbeugen.de/so-geht-es-leichter/essen-trinken/#c1552>. (Last accessed on 21 May 2020).
29. Lehmann F, Varnaccia G, Zeiher J, et al.: Einflussfaktoren der Adipositas im Schulalter - Eine systematische Literaturrecherche im Rahmen des Adipositasmonitorings. *Journal of Health Monitoring* 2020; 5: 6.
30. Gillman MW, Rifas-Shiman SL, Frazier AL, et al.: Family dinner and diet quality among older children and adolescents. *Archives of family medicine* 2000; 9(3): 235.
31. Koletzko B, Armbruster M, Bauer C-P, et al.: Ernährung und Bewegung im Kleinkindalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2013; 161(12): 1187-1200.
32. MacDonald A, Harris G, Rylance G, et al.: Abnormal feeding behaviours in phenylketonuria. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 1997. 10(3): 163-170.
33. Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA), Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ): S3-Leitlinie: Therapie und Prävention der Adipositas im Kindes- und Jugendalter. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/050-002l_S3_Therapie-Prävention-Adipositas-Kinder-Jugendliche_2019-11.pdf (last accessed on 21 May 2020).
34. Finger JD, Varnaccia G, Borrmann A, et al.: Körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland - Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. 2018. Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung.

ERNÄHRUNGS UMSCHAU

Forschung & Praxis

www.ernaehrungs-umschau.de

Verlag: UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG GmbH
Ein Unternehmen der ACM Unternehmensgruppe



Anschrift: ERNÄHRUNGS UMSCHAU im UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG GmbH, Marktplatz 13, 65183 Wiesbaden, PF 5709, 65047 Wiesbaden, Tel.: 0611 36098-0, kontakt@ernaehrungs-umschau.de (Verlag), eu-redaktion@mppm-online.de (Redaktion)

Herausgeber:
Prof. Dr. Helmut Heseker (hes), Universität Paderborn

Ehrenherausgeber:
Prof. Dr. med. vet. Helmut F. Erbersdobler (he), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Objekt- und Redaktionsleitung:
Dr. Udo Maid-Kohnert (umk), mpm Fachmedien (V.i.S.d.P.), Tel.: 06403 63772, kohnert@mppm-online.de

Redaktion:
Stv. Redaktionsleitung: Stella Glogowski (stg), Dr. Caroline Krämer (ck); Redakteurinnen: Dr. Lisa Hahn (lh), Jana Muthny-Thorn (jmt), Dr. Sabine Schmidt (scs); Online und Social Media: Anna Sidorenko (as); Tel.: 06403 63772, mpm Fachmedien, PF 1103, 35411 Pohlheim; freie red. Mitarbeiterin: Nicole Jost; Susanne Paulini (Redaktionsassistenz), Tel.: 0611 36098-351; Ulrike Grohmann, Frankfurt (Verband der Diätassistenten - Deutscher Bundesverband e.V. [VDD]); Julia Irnich, Berlin (Berufsverband Oecotrophologie e.V. [VDOE])

Antje Gahl, Constanze Schoch (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. [DGE])

Supplement „Ernährungspraxis & Diätetik“:
Dr. Sabine Schmidt, Dr. Udo Maid-Kohnert (verantwortlich), mpm Fachmedien, PF 1103, 35411 Pohlheim

Gendering
Es wird grundsätzlich die geschlechtergerechte Schreibweise mit großem „I“ verwendet, außer wenn von den AutorInnen explizit anders gewünscht.

Redaktionsbeirat:
Prof. Dr. O. Adam, München · Prof. Dr. C. A. Barth, München · Prof. Dr. H. K. Biesalski, Stuttgart-Hohenheim · Prof. Dr. H. Boeing, Potsdam-Rehbrücke · Dr. U. Brehme, Bonn · Prof. Dr. C. Brombach, Wädenswil/Schweiz · J. Brumm, Hamburg · Dr. D. Buchholz, Mainz · Prof. Dr. H. Daniel, Freising · Prof. Dr. S. Egert, Bonn · PD Dr. T. Ellrott, Göttingen · Prof. Dr. I. Elmadfa, Wien · Prof. Dr. H. Hauner, München/Freising · Prof. Dr. A. Häußler, Heidelberg · Prof. Dr. T. Hofmann, Weihenstephan · Prof. Dr. G. Jahreis, Jena · Prof. Dr. M. Kersting, Dortmund · Dr. B. Kluthe, Freudenstadt/Freiburg · Prof. Dr. B. Koletzko, München · U. Köpcke, Bad Liebenzell · Prof. Dr. A. Kroke, Fulda · Prof. Dr. W. Langhans, Zürich · Prof. Dr. I.-U. Leonhäuser, Gießen · Dr. Silke Lichtenstein, Heidelberg · Prof. Dr. U. Pfannes, Hamburg · Prof. Dr. U. Rabast, Hattungen · J. Schmunz, Berlin · Prof. Dr. G. Stangl, Halle-Wittenberg · Prof. Dr. P. Stehle, Bonn · Dr. K. Virmani, Bonn · Prof. Dr. B. Watzl, Karlsruhe · Prof. Dr. J. G. Wechsler, München · Prof. Dr. G. Wolfram, Freising

Geschäftsführung: Frank Wolffförster

Verlagsleitung: Frank Wolffförster, Tel.: 0611 36098-134

Marketingleitung & Anzeigenleitung:
Tanja Kilbert, Tel.: 0611 36098-301, t.kilbert@uzv.de

Anzeigendisposition: Rüdiger Schwenk, Tel.: 0611 36098-330

Preisliste Nr. 64 gültig ab 01. 01. 2022.

Abo-/Leserservice: Albrecht König, Tel.: 0611 36098-362, Fax: 0611 36098-113, a.koenig@uzv.de

Vertriebsleitung: Karin Irmischer, Telefon: 0611/36098-259

Gestaltung, Satz: Nitin Gaßen
Dr. Sabine Schmidt, Dr. Udo Maid-Kohnert (verantwortlich), mpm Fachmedien, PF 1103, 35411 Pohlheim

Bezugsbedingungen:
Jahresabonnement ERNÄHRUNGS UMSCHAU: Im Inland € 106,00, ermäßigter Preis für Schüler und Studenten € 86,50 (jeweils inkl. Versandkosten und USt.). Ausland € 113,00, ermäßigter Preis für Schüler und Studenten € 93,50 (inkl. Versandkosten/ggf. zzgl. USt.).

Jahresabonnement ERNÄHRUNGS UMSCHAU mit DGEwissen: Im Inland € 118,00, ermäßigter Preis für Schüler und Studenten € 98 (jeweils inkl. Versandkosten und USt.). Ausland € 126,00, ermäßigter Preis für Schüler und Studenten € 106 (inkl. Versandkosten/ggf. zzgl. USt.). Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres die Kündigung erfolgt. Erfüllungsort ist Wiesbaden. Für die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE) ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Das Supplement DGEwissen liegt den Exemplaren der ERNÄHRUNGS UMSCHAU für die DGE-Mitglieder bei, der Bezug ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Bei Nichterscheinen infolge Streik oder Störung durch höhere Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

Mitglied des Fachverbandes Fachpresse des VDZ.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Besprechungsexemplare etc. wird keine Haftung übernommen. Die mit Namen gekennzeichneten Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Der Anteil sowie die Rubrik „Markt“ erscheinen außerhalb der Verantwortung der Redaktion, des Herausgebers, der Verbände und der Gesellschaften, deren Organ die Ernährungs Umschau ist. Anzeigen, PR-Beiträge und Fremdbeilagen stellen allein die Meinung der dort deutlich erkennbaren Auftraggeber dar. Die Rubrik „Mitteilungen“ repräsentiert ausschließlich die Meinung der Verbände und Gesellschaften und liegt außerhalb der redaktionellen Verantwortung.

Indexed Web of Knowledge, www.isiknowledge.com

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Erklärung gemäß § 5 des Hessischen Pressegesetzes:
UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG, Wiesbaden



ISSN 0174-0008
UMSCHAU ZEITSCHRIFTEN-
VERLAG GmbH, Wiesbaden