

Institut für Ernährungswissenschaften  
Professur für Biochemie und Molekularbiologie  
der JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

**Nährstoffzufuhr und anthropometrische Daten  
vegetarisch und vegan ernährter Kleinkinder  
gegenüber einer omnivor ernährten  
Vergleichspopulation**

**KUMULATIVE INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. troph.)  
im Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und  
Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen

von

**M. Sc. Stine Weder (geb. Müller)**

geboren in Alsfeld

Gießen, 2021

---

Mit Genehmigung des Fachbereichs Agrarwissenschaften,  
Ökotoxikologie und Umweltmanagement der  
Justus-Liebig-Universität Gießen

Prüfungskommission:

1. Gutachterin: Prof. Dr. Katja Becker  
2. Gutachterin: PD Dr. Ute Alexy  
Prüferin: Prof. Dr. Wencke Gwozdz  
Prüfer: Prof. Dr. Mathias Fasshauer  
Vorsitzende: Prof. Dr. Jasmin Godemann

Tag der Disputation: 07. Dezember 2021

---

## **Erklärung gemäß der Promotionsordnung des Fachbereichs 09**

**vom 07. Juli 2004 § 17 (2)**

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Gießen, September 2021

---

Stine Weder

### Danksagung

Ich bedanke mich bei all denjenigen, die dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit entstehen konnte. Insbesondere bedanken möchte ich mich dabei bei folgenden Personen.

Besonders herzlich danke ich Dr. Markus Keller, mit dem zusammen die Idee für die VeChi-Studien geboren ist und der mit seiner positiven und optimistischen Einstellung maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat. Ich danke von Herzen ebenfalls PD Dr. Ute Alexy, die mich nicht nur fachlich kompetent, sondern auch mental immer unterstützt hat, wenn ich es brauchte. Vielen Dank euch beiden, für eure Zeit und Mühe, eure offenen Ohren sowie das Vertrauen in mich. Eine bessere Betreuung hätte ich mir nicht wünschen können!

Ich danke Prof. Katja Becker, die diese Arbeit durch ihre Betreuung und Begutachtung erst möglich gemacht hat. Vielen Dank, liebe Katja, für deine Offenheit gegenüber dem Thema, deinem Vertrauen in mich und deine stets lieben Worte.

Vielen Dank an alle Kinder und Familien der VeChi Diet-Studie, mit deren Teilnahme wertvolle Daten zur vegetarischen und veganen Ernährung im Kindesalter gesammelt werden konnten. Mein Dank gilt auch dem ganzen Team der DONALD Studie sowie allen Praktikant\*innen und Student\*innen des IFANE/IFPE, die an der Eingabe und Auswertung der Daten mitgeholfen haben. Ich danke außerdem für die mentale Unterstützung durch alle Mitarbeiter\*innen der AG Becker, mit denen ich gerade am Anfang der Doktorarbeit viel Zeit verbracht habe.

Ich danke der Erna Graff Stiftung für Tierschutz für die Teilfinanzierung meiner Promotionszeit sowie dem Deutschen Akademischen Austauschdienst für die Übernahme meiner Reisekosten zum 7. *International Congress on Vegetarian Nutrition*.

Bei allen (ehemaligen) Mitdoktorand\*innen bedanke ich mich für den gegenseitigen Austausch und die Unterstützung während dieser Zeit. Besonders nennen möchte ich dabei Morwenna, deren fast täglicher Kontakt mich über Wasser gehalten hat. Danke, liebe Morwenna, für all das Lachen, Ärgern und auch die Bleibe in der Zeit, in der ich in Dortmund war. Danke an Nicole für die gemeinsame Anfangszeit, in der wir zusammen den großen Berg an Ernährungsprotokollen gemeistert haben. Vielen Dank auch an Kristina für die Unterstützung und das Korrekturlesen sowie die gesamte gemeinsame Studiumszeit. Ich danke auch besonders Susanne für das Korrekturlesen und das Anspornen während der Promotionszeit. Das Rennen habe ich trotzdem verloren 😊

Zu guter Letzt, aber mit besonderem Nachdruck, möchte ich meiner Familie und meinen Freund\*innen danken, die mir immer zur Seite stehen. Vielen Dank besonders an euch, Mama, Papa und Ruth, dass ihr mich immer unterstützt (finanziell natürlich, aber vor allem

## Danksagung

---

mental) und in letzter Zeit auch Marleen betreut habt, sodass ich arbeiten konnte. Danke an meine Geschwister Joana und Raphael, dass ihr mich fachlich oder sogar mit einem Mini-Stipendium unterstützt habt. Ich danke von ganzem Herzen meinem Mann Sandi, der mich von Geburt der Idee bis zum letzten Tag der Promotion stets unterstützt und angespornt hat. Danke für die vielen Freiräume, die du mir in dieser anstrengenden Zeit geschaffen hast. Marleenchen, wie du dich gerade selbst nennst, dir danke ich für das Lachen und die Freude, die du in mein Leben gebracht hast. Das habe ich vor allem in der letzten stressigen Zeit sehr gebraucht!

## Zusammenfassung

**Hintergrund und Methodik:** Etwa 2-10 % der Menschen in Deutschland leben vegetarisch (VG) oder vegan (VN). Wie viele Kleinkinder darunter sind, ist aktuell nicht bekannt. Die Auswirkungen einer frühen VG oder VN Ernährung auf die Gesundheit sind bislang unzureichend untersucht. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation war daher das Ziel der VeChi (*Vegetarian and Vegan Children*) Diet-Studie, die Nährstoffzufuhr sowie anthropometrische Daten von insgesamt 430 VG, VN und omnivor (OM) ernährten Kleinkindern im Alter von 1-3 Jahren zu untersuchen. Dazu wurden die Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr mittels 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokollen erfasst. Mit Fragebögen wurden Daten zur Ernährung, Körpergewicht und Körpergröße, zum Lebensstil sowie frühkindlichen Einflussfaktoren (Geburtsgewicht, Stillverhalten etc.) erhoben. Nährstoffzufuhr und anthropometrische Daten wurden zwischen den Gruppen mittels Kovarianzanalyse verglichen, adjustiert für soziodemografische und frühkindliche Faktoren sowie Lebensstilparameter (darunter: Alter, Geschlecht, Gesamtenergiezufuhr, Muttermilchzufuhr, standardisiertes Körpergewicht-für-Körpergröße [*weight-for-height z-score*], sozioökonomischer Status, Wohnortgröße, physische Aktivität, väterlicher Body Mass Index und Körpergröße, Geburtsgewicht und Jahreszeit der Protokollierung).

**Veröffentlichung 1** zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede in Energiezufuhr und -dichte sowie in den anthropometrischen Daten zwischen VG, VN und OM ernährten Kleinkindern. Es ergaben sich hingegen signifikante Unterschiede in der mittleren Zufuhr von Protein, Fett, Kohlenhydraten, zugesetzten Zuckern und Ballaststoffen. Hier hatten OM ernährte Kinder die höchste durchschnittliche Zufuhr an Protein, Fett und zugesetzten Zuckern. VN ernährte Kinder verzehrten die höchsten durchschnittlichen Mengen an Kohlenhydraten und Ballaststoffen, während VG ernährte Kinder in ihrer Zufuhr meist dazwischen lagen.

**Veröffentlichung 2** zeigte statistisch signifikante Unterschiede in der Zufuhr (mit und ohne Supplemente) von Mikronährstoffen sowie Fettsäuren – mit Ausnahme von einfach ungesättigten Fettsäuren, Vitamin A, Vitamin D (ohne Supplemente) und Zink. OM ernährte Kinder hatten die höchste mediane Zufuhr an Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin B<sub>12</sub> (ohne Supplemente), Kalzium, Jod, gesättigten Fettsäuren, Arachidonsäure, Eicosapentaensäure (EPA), Docosahexaensäure (DHA) und Cholesterin. Demgegenüber zeigte sich bei VN ernährten Kindern die höchste durchschnittliche Zufuhr an den Vitaminen E, K, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, C und Folat sowie Kalium, Magnesium, Eisen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren,  $\alpha$ -Linolensäure und Linolsäure. Auch hier lag die Zufuhr der VG ernährten Kinder zwischen den beiden anderen Ernährungsgruppen.

**Schlussfolgerungen:** Die VeChi Diet-Studie zeigt, dass VG und VN Ernährungsweisen bei Kleinkindern zu mit einer OM Ernährung vergleichbaren Körpergröße und Körpergewicht im Normbereich führen können. Darüber liefern sie die meisten Mikronährstoffe mindestens im Bereich der jeweiligen empfohlenen Referenzwerte. Spezieller Fokus sollte bei Kleinkindern unabhängig von der Ernährungsform auf den in der VeChi Diet-Studie identifizierten potentiell kritischen Nährstoffen liegen, nämlich Vitamin B<sub>1</sub>, Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin D, Kalzium, Eisen, Jod, EPA und DHA, bei VG und VN Ernährung auch Vitamin B<sub>12</sub>. OM ernährte Kinder verzehrten außerdem im Median im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten weniger an Folat, Vitamin E und mehrfach ungesättigte Fettsäuren sowie mehr gesättigten Fettsäuren und Cholesterol. Die Ergebnisse müssen vor dem Hintergrund des Querschnittsdesign der Studie, den Selbstangaben zu Körpergröße und -gewicht der Kinder und dem Fehlen von Biomarkern zur objektiven Beurteilung der Nährstoffversorgung interpretiert werden. Das Wissen über potentiell kritische Nährstoffe und Strategien zur Verbesserung der Nährstoffversorgung von Kleinkindern sollte über Pädiater\*innen und Ernährungsfachkräfte an die Sorgeberechtigten weitergegeben werden.

## Summary

**Background and methodology:** An estimated 2-10% of Germans follow a vegetarian (VG) or vegan (VN) diet. It is currently not known how many young children are among them. The effects of an early VG or VN diet on health have not yet been adequately investigated. Therefore, the aim of the VeChi (Vegetarian and Vegan Children) Diet Study was to examine the nutrient intake and anthropometric data of 430 VG, VN, and omnivorous (OM) toddlers aged 1-3 years. For this purpose, food and nutrient intake were recorded using 3-day dietary records. Questionnaires were used to collect data on diet, body weight and height, lifestyle, and early childhood influencing factors (birth weight, breastfeeding behaviour, etc.). Nutrient intake and anthropometric data were compared between groups using analysis of covariance, adjusted for socio-demographic and early childhood factors as well as lifestyle parameters (including: age, sex, total energy intake, breast milk intake, weight-for-height z-score, socioeconomic status, urbanicity, physical activity, paternal BMI and height, birth weight, and season).

**Publication 1** showed no statistically significant differences in energy intake or density, nor in anthropometric data between VG, VN, and OM children. However, there were significant differences in the mean intake of protein, fat, carbohydrates, added sugars, and fiber. Here, OM children had the highest mean intake of protein, fat, and added sugars. VN children consumed the highest amounts of carbohydrates and fiber, while VG children's intake was usually between the other two groups.

**Publication 2** showed significant differences in the intake (with and without supplements) of micronutrients as well as fatty acids - with the exception of monounsaturated fatty acids, vitamin A, vitamin D (without supplements) and zinc. OM children had the highest median intake of vitamin B<sub>2</sub>, vitamin B<sub>12</sub> (without supplements), calcium, iodine, saturated fatty acids, arachidonic acid, eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), and cholesterol. In contrast, VN children showed the highest average intake of the vitamins E, K, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, C, and folate as well as potassium, magnesium, iron, polyunsaturated fatty acids,  $\alpha$ -linolenic acid, and linoleic acid. Again, the intakes of the VG children were usually in the middle.

**Conclusions:** The VeChi Diet Study showed that VG and VN diets can lead to normal height and weight in young children compared to OM diets. In addition, they contain most micronutrients at least in the range of the respective reference values. Particular focus should be placed on the potentially critical nutrients identified in the VeChi Diet Study in toddlers regardless of dietary form, i. e., vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, vitamin D, calcium, iron, iodine, EPA and DHA, as well as vitamin B<sub>12</sub> in VG and VN diets. OM children additionally had a lower median intake of folate, vitamin E, and polyunsaturated fatty acids, and a higher median intake of saturated fatty acids and cholesterol compared to the D-A-CH reference values. The results need to be interpreted in light of the cross-sectional design of the study, the children's proxy-reported height and weight, and the lack of biomarkers to objectively assess nutrient adequacy. Knowledge about potentially critical nutrients and strategies to improve nutrition of toddlers should be shared with caregivers through paediatricians and nutritionists.

## Publikationsliste

*Diese Dissertation basiert auf folgenden Publikationen:*

### Veröffentlichung 1

Weder S, Hoffmann M, Becker K, Alexy U, Keller M (2019)

Energy, Macronutrient Intake, and Anthropometrics of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1-3 years) in Germany (VeChi Diet Study).

**Nutrients.** 11, 832.

Accepted: 10 April 2019

DOI: [10.3390/nu11040832](https://doi.org/10.3390/nu11040832)

### Veröffentlichung 2

Weder S, Keller M, Hoffmann M, Becker K, Alexy U

Intake of Micronutrients and Fatty Acids of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1-3 Years) in Germany (VeChi Diet Study).

**European Journal of Nutrition** (under review)

*Anteil der Promovendin an den Veröffentlichungen:*

Stine Weder konzipierte und organisierte die VeChi Diet-Studie, war zuständig für die Durchführung und Überwachung der Datenkodierung und -eingabe, analysierte und interpretierte die Daten und schrieb den ersten Entwurf der Veröffentlichungen sowie deren Überarbeitungen.

*Weitere Publikationen, die mit dieser Dissertation in Verbindung stehen:*

Alexy U, Fischer M, **Weder S**, Längler A, Michalsen M, Keller M (2021) Food group intake of children and adolescents (6-18 years) on a vegetarian, vegan, or omnivore diet: Results of the VeChi Youth Study. **BJN.** (akzeptiert am 02.08.2021).

Alexy U, Fischer M, **Weder S**, Längler A, Michalsen M, Sputtek A, Keller M (2021) Nutrient Intake and Status of German Children and Adolescents Consuming Vegetarian, Vegan or Omnivore Diets: Results of the VeChi Youth Study. **Nutrients.** 13, 1707.

Alexy U, **Weder S**, Fischer M, Michalsen A, Längler A, Keller M (2021) Vegane Kinderernährung. VeChi-Youth-Studie. **D&I.** 1, 12-16.

Alexy U, Fischer M, **Weder S**, Längler A, Michalsen A, Keller M (2020) Vegetarische und vegane Ernährung bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Die VeChi-Youth-Studie. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): 14. DGE-Ernährungsbericht, Bonn.

Alexy U, **Weder S**, Hoffmann M, Keller M (2020) Vegane Kinderernährung: Hinweise zur praktischen Umsetzung. *Aktuel Ernährungsmed.* 45, 93-103.

Alexy U, **Weder S**, Keller M (2020) Vegetarische und vegane Ernährung im Kindesalter. *Pädiatrische Praxis.* 93, 373-384.

*Zweitveröffentlichung als:* Alexy U, **Weder S**, Keller M (2020) Vegetarische und vegane Ernährung im Kindesalter. *Ernähr Umschau.* Sonderheft Vegan 5, 8-16.

Keller M, **Müller S** (2016) Vegetarische und vegane Ernährung bei Kindern – Stand der Forschung und Forschungsbedarf. *Forsch Komplementmed.* 23, 81-88.

*Weitere Publikationen im Promotionszeitraum:*

**Weder S**, Schäfer C, Keller M (2020) Die Gießener vegane Lebensmittelpyramide. *UGB forum.* 37, 36-38.

**Weder S**, Leitzmann C, Keller M (2019) Die Gießener Vegetarische Lebensmittelpyramide – Ein Update. *Ernährung im Fokus.* 3, 206-212.

**Weder S**, Schaefer C, Keller M (2018) Die Gießener vegane Lebensmittelpyramide. *Ernähr Umschau.* 65, 134–143.

*Zweitveröffentlichung als:* **Weder S**, Schaefer C, Keller M (2020) Die Gießener vegane Lebensmittelpyramide. *Ernähr Umschau.* Sonderheft Vegan 5, 54-63.

Schuh AK, Rahbari M, Heimsch KC, Mohring F, Gabryszewski SJ, **Weder S**, Buchholz K, Rahlfs S, Fidock DA, Becker K (2018) Stable integration and comparison of hGrx1-roGFP2 and sfroGFP2 redox probes in the malaria parasite Plasmodium falciparum. *ACS Infect Dis.* 4, 1606-1612.

Brandstaedter C, Fritz-Wolf K, **Weder S**, Fischer M, Hecker B, Rahlfs S, Becker K (2017) Kinetic characterization of wild-type and mutant human thioredoxin glutathione reductase defines its reaction and regulatory mechanisms. *FEBS J.* 285, 542-558.

Siebert AK, Obeid R, **Weder S**, Awwad HM, Sputtek A, Geisel J, Keller M (2017) Vitamin B-12-fortified toothpaste improves vitamin status in vegans: a 12-wk randomized placebo-controlled study. *Am J Clin Nutr.* 105, 618-625.

## Beiträge auf Konferenzen

Alexy, U, **Weder S**, Fischer M, Keller M (2021) Food Based Dietary Guidelines for a Vegan Diet in Infants, Children and Adolescents. The Future of Food and Healthcare: VegMed Med 2021 – Scientific Congress for Plant-Based Nutrition and Medicine. **Complement Med Res.** 28, 10 (*Präsentation gehalten von U Alexy*).

Keller M, **Weder S**, Alexy U (2021) Anthropometrics, energy and nutrient intake of vegetarian, vegan and omnivorous children (1-3 y) in Germany – Updated results of the VeChi Diet study. The Future of Food and Healthcare: VegMed 2021 – Scientific Congress for Plant-Based Nutrition and Medicine. **Complement Med Res.** 28, 10 (*Präsentation gehalten von M Keller*).

**Weder S**, Hoffmann M, Becker K, Alexy U, Keller M (2020) Nutrient intake and anthropometrics of vegetarian, vegan and omnivorous children (1-3 y) in Germany. 13<sup>th</sup> European Nutrition Conference (FENS), Dublin, 2019. **Proc Nutr Soc.** 79, E456 (*Posterpräsentation gehalten von M Keller*).

Konzack S, **Weder S**, Keller M (2019) Einfluss von finanziellen Interessenskonflikten bzw. Finanzierungsquellen auf die gesundheitliche Bewertung von Milch und Milchprodukten im Hinblick auf das Risiko von kardiovaskulären Erkrankungen. 56. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 25, 77 (*Posterpräsentation gehalten von S Konzack*).

Muthny J, **Weder S**, Keller M (2019) Eine Untersuchung des Ernährungsverhaltens von vegan lebenden Erwachsenen aus dem Großraum Gießen, Hessen. 56. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 25, 25 (*Präsentation gehalten von J Muthny*).

Vohland V, **Weder S**, Schneider K, Alexy U, Keller U, Heil EA (2019) Motive von Eltern, die ihre 1-3-jährigen Kinder vegetarisch oder vegan ernähren. 56. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 25, 24 (*Präsentation gehalten von V Vohland*).

**Weder S**, Hoffmann M, Alexy U, Keller M (2019) Körpergröße und -gewicht sowie Energie- und Makronährstoffzufuhr von Kleinkindern mit vegetarischer, veganer und omnivorer Ernährung (VeChi Diet-Studie). 56. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 25, 25.

**Weder S**, Hoffmann M, Keller M, Alexy U (2018) Anthropometrische Daten und Makronährstoffzufuhr von 1-3-jährigen Kleinkindern mit vegetarischer, veganer oder omnivorer Ernäh-

rung – erste Ergebnisse der VeChi Diet-Studie. 55. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 24, 21.

Hoffmann M, **Weder S**, Keller M, Alexy U (2018) Nährstoffzufuhr vegetarisch, vegan oder omnivor ernährter Kleinkinder (1-3 Jahre) in Deutschland – erste Ergebnisse der VeChi Diet-Studie (Vegetarian and Vegan Children Study). 55. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 24, 91 (*Posterpräsentation gehalten von M Hoffmann*).

Keller M, **Weder S**, Hoffmann M (2018) Session zur VeChi-Studie. VegMed 2018 – Scientific Congress for Plant-Based Nutrition and Medicine. **Complement Med Res.** 25, 5.

Siebert AK, Schaefer C, **Weder S**, Keller M (2018) Development of the giessean vegan food pyramid. VegMed 2018 – Scientific Congress for Plant-Based Nutrition and Medicine. **Complement Med Res.** 25, 17.

**Weder S**, Hoffmann M, Becker K, Alexy U, Keller M (2018) Nutrient intake and growth indices of vegetarian, vegan and omnivorous children (1-3 y) in Germany. 7<sup>th</sup> International Congress on Vegetarian Nutrition (ICVN), Loma Linda, Californien. **Conference Proceedings**, 57.

Huber J, **Weder S**, Siebert AK, Keller M (2017) Ernährungsphysiologische Bewertung konventioneller und ökologischer vegetarischer und veganer Fleisch- und Wurstalternativen. 54. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 23, 24 (*Präsentation gehalten von AK Siebert*).

Schaefer C, **Weder S**, Keller M (2017) Konzeption der Gießener veganer Lebensmittelpyramide. 54. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 23, 70.

Siebert AK, **Müller S**, Keller M (2016) Wirkung einer mit Vitamin B<sub>12</sub> angereicherten Zahncreme auf den Vitamin B<sub>12</sub>-Status von Veganern – erste Ergebnisse. 53. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. **Proc Germ Nutr Soc.** 22, 28 (*Präsentation gehalten von AK Siebert*).

Keller M, **Müller S** (2015) Vegetarian and vegan diets in children – pre-study with preliminary data. 12<sup>th</sup> European Nutrition Conference (FENS), Berlin. Abstracts. **Ann Nutr Metab.** 67, 435 (*Posterpräsentation gehalten von M Keller*).

## Verzeichnisse

### Inhaltsverzeichnis

<b>Erklärung gemäß der Promotionsordnung des Fachbereichs 09 .....</b>	<b>II</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>IV</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>VI</b>
<b>Summary.....</b>	<b>VII</b>
<b>Publikationsliste.....</b>	<b>IX</b>
<b>Beiträge auf Konferenzen .....</b>	<b>XI</b>
<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>XIII</b>
Inhaltsverzeichnis.....	XIII
Tabellenverzeichnis.....	XV
Abkürzungsverzeichnis.....	XV
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Definitionen .....	3
1.2 Nährstoffzufuhr und -versorgung sowie anthropometrische Maßzahlen von VG und VN ernährten Kindern .....	4
1.2.1 Anthropometrie .....	5
1.2.2 Energie und Makronährstoffe .....	6
1.2.3 Mikronährstoffe, Fettsäuren und Cholesterol.....	6
1.3 Nationale und internationale Empfehlungen zur VG und VN Ernährung im Kindesalter .....	9
1.4 Forschungsziel und -hypothesen.....	12
<b>2 Studienbeschreibung.....</b>	<b>13</b>
2.1 Studiendesign .....	13
2.2 Datenerhebung und Qualitätssicherung .....	14
2.2.1 Nährstoffzufuhr und Anthropometrie .....	14
2.2.2 Kovariaten.....	15
2.2.3 Einteilung der Ernährungsgruppen.....	15
2.3 Datenauswertung.....	16
<b>3 Veröffentlichungen.....</b>	<b>17</b>
<b>4 Allgemeine Diskussion .....</b>	<b>69</b>
4.1 Zusammenschau der Ergebnisse.....	69
4.1.1 Anthropometrie .....	69
4.1.2 Energie und Makronährstoffe).....	69
4.1.3 Mikronährstoffe, Fettsäuren und Cholesterol.....	70

4.2	Interpretation der Ergebnisse im größeren Kontext .....	72
4.3	Möglichkeiten und Grenzen der VeChi Diet-Studie.....	74
4.3.1	Studiendesign .....	74
4.3.2	Studienteilnehmer*innen .....	74
4.3.3	Datenerhebung .....	75
4.3.4	Einteilung der Ernährungsformen.....	78
4.4	Empfehlungen für die Praxis .....	78
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung und Ausblick .....</b>	<b>80</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>83</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>I</b>
A	Empfehlung nationaler und internationaler Fachgesellschaften bezüglich einer VG bzw. VN Ernährung in der Kindheit (Langfassung). .....	II
B	Ergänzende Erläuterungen zum Studiendesign.....	VI
C	Ernährungsprotokoll .....	X
D	Online-Fragebogen .....	XVI
E	Praxis.....	L

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Empfehlung nationaler und internationaler Fachgesellschaften bezüglich einer VG bzw. VN Ernährung in der Kindheit (Kurzfassung).....	10
Tabelle 2. Übersicht der Ergebnisse bzgl. der signifikant höchsten Zufuhren über Lebensmittel (ohne Supplemente) von VN und OM ernährten Kleinkindern in der VeChi Diet-Studie.....	71
Tabelle 3. Vergleich kritischer Nährstoffe und Energie laut VeChi Diet-Studie (ohne Supplementierung) mit denen laut Fachgesellschaften bei VG, VN und OM Kinderernährung (in Deutschland bzw. Europa).....	73

## Abkürzungsverzeichnis

AA	<i>Arachidonic acid</i> (Arachidonsäure)
AEP	<i>Asociación Española de Pediatría</i> (Spanische Gesellschaft für Pädiatrie)
AGA	<i>Appropriate for gestational age</i> (dem Reifealter angemessen)
AHS	<i>Adventist Health Study</i> (Adventisten-Gesundheitsstudie)
ALA	<i>α-linolenic acid</i> (α-Linolensäure)
ANCOVA	<i>Analysis of covariance</i> (Kovarianzanalyse)
AND	<i>Academy of Nutrition and Dietetics</i> (Akademie für Ernährung und Diätetik)
BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
BMI	<i>Body Mass Index</i> (Körpermassenindex)
BNF	<i>British Nutrition Foundation</i> (Britische Stiftung für Ernährung)
CPS	<i>Canadian Paediatric Society</i> (Kanadische Gesellschaft für Pädiatrie)
D-A-CH	D: Deutschland - A: Österreich - CH: Schweiz
DC	<i>Dietitians of Canada</i> (Diätassistent*innen von Kanada)
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung

DGKJ	Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin
DHA	<i>Docosahexaenoic acid</i> (Docosahexaensäure)
DONALD Studie	<i>Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study</i> (Dortmunder Ernährungs- und Anthropometrie-Langzeitstudie)
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i> (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit)
EPA	<i>Eicosapentaenoic acid</i> (Eicosapentaensäure)
EPA-UNEPSA	<i>European Paediatric Association, Union of National European Paediatric Societies and Association</i> (Europäische pädiatrische Vereinigung, Union der nationalen europäischen pädiatrischen Gesellschaften und Vereinigung)
EsKiMo	Ernährungsstudie als KiGGS-Modul
ESPGHAN	<i>European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition</i> (Europäische Gesellschaft für pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung)
FKE	Forschungsinstitut für Kinderernährung
GFHGNP	<i>Groupe Francophone d'Hépatologie-Gastroentérologie et Nutrition Pédiatriques</i> (Französischsprachige Gruppe für pädiatrische Hepatologie, Gastroenterologie und Ernährung)
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i> (Lipoprotein mit hoher Dichte)
Holo-TC	Holo-Transcobalamin
IFANE	Institut für alternative und nachhaltige Ernährung
KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (vorher: Kinder- und Jugendgesundheitssurvey)
LA	<i>Linoleic acid</i> (Linolsäure)
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i> (Lipoprotein mit geringer Dichte)
LGA	<i>Large for gestational age</i> (groß bezogen auf das Reifealter)
MMA	<i>Methylmalonic acid</i> (Methylmalonsäure)
MUFA	<i>Monounsaturated fatty acids</i> (einfach ungesättigte Fettsäuren)

NHMRC	<i>National Health and Medical Research Council</i> (Nationaler Rat für Gesundheit und medizinische Forschung)
OM	Omnivor(e/ er/ en)
OMK	Optimierte Mischkost
ÖGE	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
ÖGKJ	Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde
OVK	Optimierte Vegane Kost
PNPAS	<i>Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável</i> (Nationales Programm zur Förderung einer gesunden Ernährung)
PUFA	<i>Polyunsaturated fatty acids</i> (mehrfach ungesättigte Fettsäuren)
SES	<i>Socioeconomic status</i> (sozioökonomischer Status)
SFA	<i>Saturated fatty acids</i> (gesättigte Fettsäuren)
SGA	<i>Small for gestational age</i> (klein bezogen auf das Reifealter)
SGE	Schweizerische Gesellschaft für Ernährung
SINU	<i>Società Italiana di Nutrizione Umana</i> (Italienische Gesellschaft für Humanernährung)
SSNV	<i>Società Scientifica di Nutrizione Vegetariana</i> (Wissenschaftliche Gesellschaft für vegetarische Ernährung)
SSP	<i>Swiss Society of Paediatrics</i> (Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrie)
VeChi	<i>Vegetarian and Vegan Children</i> (Vegetarische und Vegane Kinder)
VG	Vegetarisch(e/ er/ en)
VLDL	<i>Very Low Density Lipoprotein</i> (Lipoprotein mit sehr geringer Dichte)
VN	Vegan(e/ er/ en)
WHO	<i>World Health Organization</i> (Weltgesundheitsorganisation)

## 1 Einführung

In Deutschland sowie weltweit entscheiden sich immer mehr Menschen für den Vegetarismus (inkl. Veganismus) (Ferrara *et al.* 2017). Die genaue Anzahl ist jedoch nicht bekannt: Angaben über die Zahl der erwachsenen Vegetarier\*innen in Deutschland variieren in den letzten 20 Jahren zwischen 2 und 10 % (Mensink *et al.* 2016). Es ist davon auszugehen, dass die meisten vegetarisch (VG) oder vegan (VN) lebenden Eltern auch ihre Kinder fleischlos bzw. vollständig ohne tierische Produkte ernähren (möchten). In der repräsentativen Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS-Studie, 2003-2006) belief sich der Anteil der über 3-jährigen VG ernährten Kinder auf weniger als 2 % der Jungen und gut 3 % der Mädchen. Zwischen 14 und 17 Jahren waren es rund 2 % der Jungen und 6 % der Mädchen (Mensink *et al.* 2007b). Etwa 10 Jahre danach ergaben Auswertungen der zweiten „Ernährungsstudie als KiGGS-Modul“ (EsKiMo II, 2015-2017) einen Vegetarier\*innen-Anteil von mehr als 1 % der 6- bis 11-Jährigen und 5 % der 12- bis 17-Jährigen. Der Anteil im Vergleich zu EsKiMo I (2006) hatte sich demnach erhöht. Hier gaben weniger als 2 % der 12- bis 17-Jährigen an, VG zu leben. Lediglich < 1 % der Kinder ernährten sich VN. Allerdings unterschieden sich die Fragestellungen nach einer besonderen Ernährungsweise zwischen EsKiMo I und II (Mensink *et al.* 2007a; Patelakis *et al.* 2019; Lehmann *et al.* 2020). Verlässliche aktuelle Prävalenzangaben für das Kleinkindalter sind für Deutschland nicht verfügbar. Aufgrund der (vermuteten) gestiegenen Anzahl von VG und VN ernährten Kindern wird in Deutschland und Europa vermehrt diskutiert, ob eine solche Ernährung für Kinder angemessen ist (Koletzko *et al.* 2013; Richter *et al.* 2016; Ferrara *et al.* 2017; Fewtrell *et al.* 2017; Pawlak 2017; Rudloff *et al.* 2018; Kersting *et al.* 2018; Baldassarre *et al.* 2020; Kiely 2021).

Auf der einen Seite zeigen zahlreiche Studien mit VG oder VN lebenden Erwachsenen präventive Auswirkungen auf die Entwicklung von ernährungsassoziierten Erkrankungen wie Übergewicht und Adipositas, Diabetes mellitus Typ 2, Hypertonie sowie kardiovaskuläre Erkrankungen. Bei vielen Nährstoffen ist auch die Versorgung von Vegetarier\*innen und Veganer\*innen im Vergleich zu Omnivoren im Durchschnitt günstiger zu bewerten (Leitzmann und Keller 2020). Da in der Kindheit das spätere Ernährungsverhalten entscheidend geprägt wird (Alexy *et al.* 2008), kann ein früher Beginn einer günstig zusammengesetzten Ernährung einen langfristigen positiven Effekt auf die Gesundheit haben (Zalewski *et al.* 2017). Dies zeigt sich beispielsweise bei VG Ernährung und Übergewicht im Kindesalter: VG ernährte Kinder leiden seltener an Übergewicht, was in der Folge die Vorbeugung von Diabetes mellitus Typ 2 und andere Stoffwechselkrankheiten begünstigen kann (Sabate und Wien 2010). Dennoch ist der Langzeiteffekt einer VG und besonders einer VN Ernährung im

Kindesalter auf die Prävention chronischer Erkrankungen im Erwachsenenalter bisher weitestgehend unerforscht.

Auf der anderen Seite haben Kinder einen im Vergleich zu Erwachsenen höheren Bedarf an Nahrungsenergie (im Folgenden „Energie“) und den meisten Nährstoffen. Beispielsweise benötigen Säuglinge und Kleinkinder bezogen auf ihr Körpergewicht mehr Energie und Protein als Erwachsene (DGE *et al.* 2020). Deswegen ist in der Wachstums- und Entwicklungsphase eine an die spezifischen Bedürfnisse von Kindern angepasste Ernährung wichtig und erfordert eine besondere Aufmerksamkeit. Da das Risiko für eine Unterversorgung mit dem Ausschluss von Lebensmittelgruppen steigt, werden verschiedene Nährstoffe bei VG und VN Ernährung als potentiell kritisch angesehen (Richter *et al.* 2016). Dies gilt vor allem für Energie, Protein bzw. unentbehrliche Aminosäuren, die Vitamine A, D, B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub>, Kalzium, Eisen, Zink, Jod, Selen und langkettige n3-Fettsäuren (Amit 2010; Koletzko *et al.* 2013; Richter *et al.* 2016; Ferrara *et al.* 2017; Fewtrell *et al.* 2017; Rudloff *et al.* 2018; Redecilla Ferreiro *et al.* 2020; Richter *et al.* 2020; Kiely 2021).

Dennoch gibt es bisher nur sehr wenige Studien mit VG und VN ernährten Kindern. Diese Studien untersuchten VG und VN ernährte Kinder meist im Querschnitt, sind sehr heterogen, hatten eine geringe Anzahl an Proband\*innen und bezogen dabei oft eine große Altersspanne ein. Zudem wurden die Studien hauptsächlich in den 1980er- bis 1990er-Jahren durchgeführt (Keller und Müller 2016; Schürmann *et al.* 2017). Seitdem hat sich der Lebensmittelmarkt in Deutschland durch das gesteigerte Interesse an VG und VN Ernährung verändert und bietet eine große Auswahl an (angereicherten) Fleisch- und Milchalternativen sowie speziellen Nahrungsergänzungsmitteln an (Foterek 2016; Graf *et al.* 2017). Außerdem sind die Informationsmöglichkeiten über VG und VN Ernährungsformen gestiegen, beispielsweise durch mehr Informationen im Internet (Epp 2016). Damit erlauben die bisherigen Studien keine validen Aussagen über die Ernährungspraxis, die damit verbundene Energie- und Nährstoffzufuhr und den Gesundheitsstatus VG und VN ernährter Kinder in der heutigen Zeit (Kiely 2021). Entsprechend herrscht Unsicherheit in der Pädiatrie sowie der Ernährungs- und Gesundheitswissenschaft, aber auch in Familien bezüglich möglicher Nährstoff- und Energiedefizite.

Aus diesem Grund habe ich im Rahmen meiner Dissertation die „Studie zur Ernährung von vegetarisch, vegan oder gemischt ernährten Kleinkindern in Deutschland (VeChi Diet-Studie)“ durchgeführt. Diese untersuchte die Energie- und Nährstoffzufuhr sowie anthropometrische Daten von VG, VN und omnivor (OM) ernährten Kindern im Alter von 1-3 Jahren in ganz Deutschland.

Im Folgenden werden zunächst für diese Arbeit wichtige Begriffe definiert, die aktuelle Studienlage sowie Empfehlungen nationaler und internationaler Fachgesellschaften zur VG und VN Ernährung in Kindesalter und die daraus resultierenden Hypothesen für die Dissertation vorgestellt.

### 1.1 Definitionen

**Vegetarier\*innen** verzehren überwiegend pflanzliche Lebensmittel und je nach Ausprägung auch Produkte von lebenden Tieren (Milch<sup>1</sup>, Eier<sup>1</sup>). Sie konsumieren jedoch keine Lebensmittel, die von toten Tieren stammen (Fleisch<sup>1</sup>, Fisch<sup>1</sup>). Dabei werden je nachdem, welche tierischen Produkte verzehrt bzw. gemieden werden, Lakto-Vegetarier\*innen (verzehren Milch), Ovo-Vegetarier\*innen (verzehren Eier) und Lakto-Ovo-Vegetarier\*innen (verzehren Milch und Eier) unterschieden. **Veganer\*innen** verzehren pflanzliche Lebensmittel und meiden alle vom Tier stammenden Nahrungsmitteln sowie meist auch Gebrauchsgegenstände und Konsumgüter tierischen Ursprungs (Leitzmann und Keller 2020).

In dieser Arbeit werden VG ernährte Kinder, die Produkte tierischen Ursprungs in ihre Ernährung einbeziehen (Lakto-Ovo-, Lakto-, Ovo-), von VN ernährten Kindern differenziert, um den Beitrag tierischer Lebensmittel an der Nährstoffzufuhr zu untersuchen.

Eine VN Ernährung wird oft mit einer **makrobiotischen** Ernährung in Verbindung gebracht. Eine makrobiotische Ernährung ist eine annähernd VN, jedoch teilweise stark in der Lebensmittelauswahl eingeschränkte Ernährung (Keller und Müller 2016). Sie besteht aus Vollkorngetreiden (hauptsächlich Vollkornreis), Gemüse, Hülsenfrüchten, mit geringen Mengen an Meeresalgen, fermentierten Lebensmitteln, Nüssen, Samen, saisonalen Früchten, Milchprodukten und Fisch (Dagnelie *et al.* 1989a; Dagnelie und Van Staveren 1994). In Studien aus den 1970er- und 1980er-Jahren hatten makrobiotisch ernährte Kinder (0-8 Jahre) zum Teil Energie- und Nährstoffdefizite, die in Wachstumsretardierungen im Vergleich zur OM Vergleichsgruppe resultierten (verzögerte Entwicklung von Körpergröße, -gewicht, geringere Hautfaldendicken sowie Kopf- und Armumfang). Außerdem waren Grobmotorik und Sprache verzögert (Van Staveren und Dagnelie 1988; Dagnelie *et al.* 1989b; Dagnelie *et al.* 1990; Dagnelie und Van Staveren 1994).

Eine makrobiotische Ernährung von vor 35-40 Jahren ist jedoch aufgrund der Lebensmittelauswahl nicht mit einer heutigen VN Ernährung gleichzusetzen. Daher werden die Forschungsergebnisse in der folgenden Darstellung der aktuellen Studienlage zur Nährstoffzufuhr und -versorgung von VG und VN ernährten Kindern nicht einbezogen.

---

<sup>1</sup> Die Begriffe „Milch“, „Eier“, „Fleisch“ bzw. „Fisch“ werden jeweils stellvertretend auch für daraus hergestellte Erzeugnisse verwendet.

## 1.2 Nährstoffzufuhr und -versorgung sowie anthropometrische Maßzahlen von VG und VN ernährten Kindern

In Fachzeitschriften und der Tagespresse wurden wiederholt **Fallberichte** von VG und VN ernährten Kindern mit z. T. schwerwiegenden Nährstoffmangelerscheinungen veröffentlicht, die die Angemessenheit dieser Ernährungsformen im Säuglings- und Kleinkindalter in Frage stellen. Die beschriebenen Kinder litten unter verschiedenen Nährstoffmängeln (Vitamine, Eisen, Kalzium) (Ferrara *et al.* 2017). Vor allem ein Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel im frühen Kindesalter kann dabei schwerwiegende, teilweise irreversible Folgen haben. Beispielsweise hatten Säuglinge bzw. Kleinkinder von sich VG oder VN ernährenden Müttern ohne Vitamin-B<sub>12</sub>-Substitution einen Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel. In der Folge kam es zu schwerer neurologischer Symptomatik, Gedeihstörungen und megaloblastischer Anämie (Lücke *et al.* 2007; Schlapbach *et al.* 2007; Fiedler *et al.* 2010; Kocaoglu *et al.* 2014; Hasbaoui *et al.* 2021). Ein 5-monatiger Säugling litt trotz Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementation (über ein Multivitamin-Präparat) der sich VN ernährenden Mutter in der Schwangerschaft an einem schweren Vitamin-B<sub>12</sub>- und Eisenmangel, an einer vergrößerten Leber und Milz sowie einer Wachstums- und Entwicklungsretardierung (Guez *et al.* 2012). Lemoine *et al.* (2020) berichteten von einem VN (aber mit Fischöl) ernährten 13-monatigen Kleinkind, das an Rachitis erkrankte. Wie Martinez-Biarge *et al.* (2021) kommentierten, war die Ursache hier jedoch die fehlende Vitamin-D-Supplementation sowie pädiatrische Überwachung des Kindes und nicht die VN Ernährung. Daneben gab es Fallberichte von einem 22-monatigen Kleinkind mit überwiegend VN Ernährung (mit gelegentlichem Fischkonsum) mit Gedeihstörungen und niedrigen Eisenwerten (Farella *et al.* 2020), einem einjährigen Jungen mit einer Dünndarmobstruktion (Amoroso *et al.* 2019) sowie einem zweijährigen Kind mit einer Paralyse der Beine in Folge eines Kalzium- und Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangels (Kahne und Tay 2018). Hier handelt es sich um Einzelfälle, die eher auf einer allgemeinen Mangelernährung bzw. einer sehr schlecht zusammengestellten VN Lebensmittelauswahl beruhen. Es zeigt sich jedoch die Notwendigkeit, eine VG und VN Kinderernährung gut zu planen und auf kritische Nährstoffe wie vor allem Vitamin B<sub>12</sub> zu achten.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der wenigen durchgeführten, deutsch- oder englischsprachige Publikationen **empirischer Studien** (mit Kindern < 12 Jahren) aus Nordamerika und Europa kurz vorgestellt. Die meisten Studien untersuchten VG ernährte Kinder, in einigen (vor allem polnischen) Studien wurden VN ernährte Kinder eingeschlossen, aber nicht gesondert von VG ernährte Kindern untersucht. Zwei Studien (inkl. *Follow-Ups*) mit ausschließlich VN ernährten Kindern stammen aus den 1980/90er Jahren (Sanders und Purves 1981; Sanders 1988; O'Connell *et al.* 1989; Sanders und Manning 1992; Sanders und Reddy 1994), eine kürzlich erschienen Studie mit 10 VG, 6 VN und 24 OM ernährten Kindern aus

Finnland (Hovinen *et al.* 2021) sowie eine ebenfalls kürzlich erschienene Studie mit 63 VG, 52 VN und 72 OM ernährten Kindern aus Polen (Desmond *et al.* 2021). Lediglich die aktuelle VeChi-Youth-Studie unserer Arbeitsgruppe untersuchte eine hohe Anzahl an VG (n = 150), VN (n = 114) und OM (n = 137) ernährten Kindern und Jugendlichen im Alter von 6-18 Jahren (Alexy *et al.* 2020a; Alexy *et al.* 2021). Der überwiegende Teil der Studien untersuchte nur die Nährstoffzufuhr, nicht die Nährstoffversorgung, und bezog dabei nicht alle potentiell kritischen Nährstoffe in die Untersuchungen ein.

### 1.2.1 Anthropometrie

Eine zu geringe Energiezufuhr kann sich langfristig auf das Wachstum von Kindern auswirken, über das anthropometrische Daten Auskunft geben (Alexy und Hilbig 2017). Die meisten Studien zeigten vergleichbare anthropometrische Daten (v. a. Körpergröße und -gewicht) der VG und VN ernährten Kinder mit denen von OM ernährten Kindern (Siewers *et al.* 1991; Nathan *et al.* 1997; Hebbelinck *et al.* 1999; Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Ambroszkiewicz *et al.* 2007; Ambroszkiewicz *et al.* 2011; Gorczyca *et al.* 2011; Hovinen *et al.* 2021; Alexy *et al.* 2020a). In manchen Studien waren VG und VN ernährte Kinder durchschnittlich etwas kleiner und leichter, besonders im Alter unter 5 Jahren (Fulton *et al.* 1980; Sanders und Purves 1981; O'Connell *et al.* 1989; Sanders und Manning 1992; Sanders und Reddy 1994), oder kleiner im präpubertären Alter (11-12 Jahre) (Tayter und Stanek 1989; Sabaté *et al.* 1992). Im Gegensatz dazu hatten in zwei Studien die VG ernährten Kinder (< 1 x pro Woche Fleischverzehr) im Durchschnitt eine höhere Körpergröße als die Vergleichspopulation (Sabate *et al.* 1991) bzw. einen höheren Größenzuwachs der VG ernährten Kinder innerhalb eines Jahres (Nathan *et al.* 1997). In einer aktuellen Untersuchung in Polen waren VG ernährte Kinder und Jugendliche (3-15 Jahre) im Mittel kleiner, leichter und hatten geringere Hautfaldicken sowie höhere Reaktionszeiten als die OM ernährte Kontrollgruppe. Die mittlere Körpergröße lag im Bereich der Wachstumsstandards von polnischen Kindern (Nieczuja-Dwojacka *et al.* 2020). In einer weiteren Studie mit 5-10-jährigen Kindern aus Polen waren sowohl VG (nicht signifikant) als auch VN ernährte Kinder (signifikant) durchschnittlich kleiner als OM ernährte Kinder. VG ernährte Kinder hatten im Mittel einen geringeren Oberschenkelumfang, aber eine mit OM ernährten Kindern vergleichbare Gesamtfett- und Magermasse. VN ernährte Kinder hatten demgegenüber geringere Fettindizes in allen Körperregionen (Body Mass Index [BMI], Fettmasse-Index, suprailiakale und Trizeps-Hautfaldicken) im Vergleich zu OM ernährten Kindern. Es gab keine Unterschiede zwischen allen Ernährungsformen bezüglich Magermasse, Bizeps- und subskapulare Hautfaldicken sowie Taillenumfang (Desmond *et al.* 2021).

### 1.2.2 Energie und Makronährstoffe

Die mittlere **Energie**zufuhr von VG und VN ernährten Kindern war meist vergleichbar mit OM ernährten Kindern (Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Ambroszkiewicz *et al.* 2007; Gorczyca *et al.* 2013; Alexy *et al.* 2020a; Desmond *et al.* 2021). Teilweise lagen sie auch niedriger als die der OM Vergleichsgruppe und/oder die jeweiligen nationalen Referenzwerte (Sanders und Purves 1981; Sanders 1988; Nathan *et al.* 1996; Hebbelinck *et al.* 1999; Thane und Bates 2000). Im Mittel zeigten sich oft keine Unterschiede in der Zufuhr von **Fett, Kohlenhydraten und Proteinen** zwischen den Ernährungsformen (Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Ambroszkiewicz *et al.* 2006; Ambroszkiewicz *et al.* 2007; Gorczyca *et al.* 2013). In anderen Untersuchungen war die durchschnittliche Fett- und Proteinzufuhr von VG oder VN ernährten Kindern teilweise niedriger und die Kohlenhydratzufuhr höher als die der OM ernährten Kinder (Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Laskowska-Klita *et al.* 2011; Ambroszkiewicz *et al.* 2011; Alexy *et al.* 2020a; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021). In der VeChi-Youth-Studie hatten die VN ernährten Kinder der jüngsten Altersstufe (6-9 Jahre) die höchste mittlere Zufuhr an Proteinen pro kg Körpergewicht (Alexy *et al.* 2020a).

Die Zufuhr von **Gesamtzucker bzw. zugesetztem Zucker** war im Durchschnitt bei VG und OM ernährten Kindern vergleichbar (Thane und Bates 2000) oder lag bei VG (Nathan *et al.* 1996; Desmond *et al.* 2021) bzw. VN ernährten Kindern (Alexy *et al.* 2020a; Desmond *et al.* 2021) niedriger. VG und VN ernährte Kinder hatten im Vergleich zu OM ernährten Kindern eine höhere mittlere Zufuhr an **Ballaststoffen** (Sanders und Manning 1992; Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Alexy *et al.* 2020a; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021).

### 1.2.3 Mikronährstoffe, Fettsäuren und Cholesterol

Die Mikronährstoffzufuhr und -versorgung von VG und VN ernährten Kindern entsprachen im Mittel weitgehend den jeweiligen nationalen Referenzwerten und/oder unterschieden sich nicht von denen OM ernährter Kinder (Fulton *et al.* 1980; Sanders und Purves 1981; Sanders 1988; Sievers *et al.* 1991; Sanders und Manning 1992; Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2006; Gorczyca *et al.* 2013; Alexy *et al.* 2020a).

Die durchschnittliche Ernährung von VG und VN ernährten Kindern enthielt jedoch meist mehr **Vitamin A** (Provitamin A), E, B<sub>1</sub> und C sowie Folat als in den Referenzwerten vorgegeben bzw. im Vergleich zu OM ernährten Kindern (Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2006; Laskowska-Klita *et al.* 2011; Gorczyca *et al.* 2013; Alexy *et al.* 2020a; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021). Im Gegensatz dazu lag die mittlere Zufuhr von den Vitaminen D, B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub> (ohne Supplemente) oft unterhalb der Referenzwerte und/oder der von OM ernährten Kindern, da diese Vitamine insbesondere (bzw. fast aus-

schließlich) in tierischen Lebensmitteln enthalten sind (Sanders und Purves 1981; Sanders 1988; Sanders und Manning 1992; Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2006; Ambroszkiewicz *et al.* 2007; Laskowska-Klita *et al.* 2011; Alexy *et al.* 2020a; Desmond *et al.* 2021).

Ebenfalls lag bei VG und VN ernährten Kindern die durchschnittliche Zufuhr der **Mineralstoffe** Kalzium, Eisen und Zink in manchen (vor allem älteren) Studien unter den Referenzwerten (Fulton *et al.* 1980; Sanders und Manning 1992; Nathan *et al.* 1996; Taylor *et al.* 2004; Gorczyca *et al.* 2013). Dies gilt besonders für Kalzium, dessen mittlere Zufuhr teilweise nur halb so hoch wie die Referenzwerte bzw. die der Kontrollgruppe waren (Sanders 1988; Ambroszkiewicz *et al.* 2007). Nathan *et al.* (1996) fanden demgegenüber im Mittel eine höhere Kalzium-, Vitamin D- und Magnesiumzufuhr bei VG als bei OM ernährten Kindern. Auch andere Studien fanden eine höhere Magnesiumzufuhr bei VG bzw. VN ernährten Kindern im Vergleich zu OM ernährten Kindern (Nathan *et al.* 1996; Desmond *et al.* 2021; Alexy *et al.* 2021). Hovinen *et al.* (2021) zeigten höhere Eisen- und Zinkzufuhren der VN ernährten Kinder im Vergleich zur OM ernährten Kontrollgruppe. In der VeChi-Youth-Studie sowie in einer aktuellen Studie von Desmond *et al.* (2021) hatten VN ernährte Kinder die niedrigste Zufuhr an Kalzium, aber die höchste Zufuhr an Eisen im Vergleich zu den anderen beiden Ernährungsgruppen. Die Zufuhr an Zink war in der VeChi-Youth-Studie in der jüngsten Altersgruppe bei VN ernährten Kindern am höchsten (Alexy *et al.* 2020a).

VG und VN ernährte Kinder hatten eine höhere durchschnittliche Zufuhr an mehrfach ungesättigten **Fettsäuren** (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA) und eine geringere durchschnittliche Zufuhr an gesättigten Fettsäuren (*saturated fatty acids*, SFA) im Vergleich zu OM ernährten Kindern (Sanders und Manning 1992; Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Alexy *et al.* 2020a; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021). Die VN ernährten Kinder einer finnischen Studie verzehrten nur geringe Mengen an Eicosapentaensäure (*eicosapentaenoic acid*, EPA) und Docosahexaensäure (*docosahexaenoic acid*, DHA) auf (Hovinen *et al.* 2021). Die mittlere, alimentäre **Cholesterolzufuhr** war bei VG und VN ernährten Kindern niedriger als bei OM ernährten Kindern (Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2011; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021).

Auch der durchschnittliche **Nährstoffstatus** von VG und VN ernährten Kindern, gemessen anhand von Blutkonzentrationen, war überwiegend im Referenzbereich (Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Taylor *et al.* 2004; Ambroszkiewicz *et al.* 2006; Wallace *et al.* 2013). Teilweise war jedoch der Vitamin D-Status (25-Hydroxy-Vitamin D<sub>3</sub>) (Ambroszkiewicz *et al.* 2007; Laskowska-Klita *et al.* 2011; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021) sowie der Eisenstatus (Serumferritin, Hämoglobin) (Nathan *et al.* 1996; Thane und Bates 2000; Gorczyca *et al.* 2013; Desmond *et al.* 2021) oder Vitamin A-Status (Hovinen *et al.* 2021) durchschnittlich erniedrigt. Eine aktuelle finnische Studie ergab, dass VN ernährte Kinder

weniger unentbehrliche (v. a. verzweigtkettige) Aminosäuren im Blut aufwiesen (Hovinen *et al.* 2021). In der VeChi-Youth-Studie zeigte sich bei allen drei Ernährungsformen ein niedriger Versorgungsstatus bei Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin D und Jod. Signifikante Unterschiede zwischen den Ernährungsformen bei den untersuchten Parametern der Nährstoffversorgung gab es im Gesamtmodell nur bei Folat im Blut, Serumferritin (marginal) und Jod im Urin (marginal). OM ernährte Proband\*innen hatten die höchsten Ferritinkonzentrationen, VN ernährte Proband\*innen hingegen die höchsten Folatkonzentrationen im Blut. Die Parameter der Vitamin-B<sub>12</sub>-Versorgung lagen bei allen Ernährungsformen überwiegend im Normbereich, mit keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen. Lediglich bei Holo-Transcobalamin (Holo-TC) zeigten sich marginal niedrigere Konzentrationen bei VG im Vergleich zu VN ernährten Proband\*innen (Alexy *et al.* 2020a). VN ernährte finnische Kinder zeigten ebenfalls höhere erythrozytäre Folatkonzentrationen, aber keine Unterschiede in Serumferritin, Transferrinrezeptor, Zink oder Jod im Urin im Vergleich zu VG und OM ernährten Kindern (Hovinen *et al.* 2021). In einer aktuellen Studie aus Polen hatten VG und VN ernährte Kinder ohne Supplementierung geringere Konzentrationen an Serum-Vitamin B<sub>12</sub> als OM ernährte Kinder (Desmond *et al.* 2021).

In Bezug auf den Knochenstoffwechsel spielen Vitamin D und Kalzium eine entscheidende Rolle (Iguacel *et al.* 2019). Hier zeigten sich in Studien mit polnischen Kindern durchschnittlich erniedrigte Marker der Knochengesundheit bei VG und VN im Vergleich zu OM ernährten Kindern (Ambroszkiewicz *et al.* 2003; Ambroszkiewicz *et al.* 2007; Ambroszkiewicz *et al.* 2019; Desmond *et al.* 2021).

Die durchschnittlichen Konzentrationen von Gesamt-, *Low Density Lipoprotein* (LDL)-Cholesterol und Serum-Triglyzeriden waren bei VG und VN meist niedriger als bei OM ernährten Kindern (Thane und Bates 2000; Ambroszkiewicz *et al.* 2011; Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021), teilweise auch *High Density Lipoprotein* (HDL)-Cholesterol (Hovinen *et al.* 2021; Desmond *et al.* 2021) bzw. lagen durchschnittlich im physiologischen Bereich (Ambroszkiewicz *et al.* 2006). In einer anderen Studie aus Polen zeigten sich demgegenüber keine Unterschiede bei den durchschnittlichen Serum-Triglyzerid-, Gesamt- und LDL-Cholesterolkonzentrationen sowie bei Linolsäure (*linoleic acid*, LA) und EPA zwischen VG und OM ernährten Kindern. DHA-Konzentrationen wurde nicht untersucht (Gorczyca *et al.* 2011). In einer weiteren Studie mit polnischen Kindern hatten nur VG ernährte Kinder durchschnittlich höhere *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL)-Cholesterol- und Triglyzeridkonzentrationen im Blut im Vergleich zu OM ernährten Kindern (Desmond *et al.* 2021). In der VeChi-Youth-Studie waren bei den Blutlipiden nur die Unterschiede zwischen den Ernährungsformen bei LDL- und Gesamt-Cholesterol signifikant: Sie lagen bei OM ernährten Kindern und Jugendlichen jeweils durchschnittlich am höchsten und bei den VN ernährten Proband\*innen am niedrigsten (Alexy *et al.* 2020a). In einer finnischen Studie hatten VN, aber nicht VG

ernährte Kinder, signifikant niedrigere Konzentrationen an DHA und (nicht signifikant) höhere Konzentrationen an ALA im Vergleich zu OM ernährten Kindern (Hovinen *et al.* 2021).

Insgesamt zeigen die Studien mit VG und VN ernährten Kindern, unter Vorbehalt der mangelhaften Studienlage, dass diese die Referenzwerte für Nährstoffe und Wachstum meist erreichten bzw. überstiegen und es bei vielen Nährstoffen keine signifikanten Unterschiede zu OM ernährten Kindern gab. Die Kohlenhydrat- und Fettqualität in der Ernährung VG und VN ernährter Kinder war jedoch meist besser zu bewerten als in der OM ernährter Kinder. Es zeigte sich in der VG und VN Kinderernährung dennoch häufiger Defizite bei Energie, den Vitaminen B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> (ohne Supplementierung) und D, Kalzium sowie teilweise Vitamin A, Eisen, Jod, Zink und DHA.

### **1.3 Nationale und internationale Empfehlungen zur VG und VN Ernährung im Kindesalter**

Weltweit kommen Fachgesellschaften zu unterschiedlichen Beurteilungen einer VG und VN Ernährung von Kindern. Während die meisten Institutionen eine lakto-ovo-VG Ernährung bei (Klein)Kindern für adäquat halten, stehen einige, vorwiegend deutschsprachige Institutionen einer VN Ernährung kritisch gegenüber (**Tabelle 1**, wörtliche Zitate finden sich im **Anhang A**).

Hervorzuheben sei die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), die in ihrer Position von 2016 eine VN Ernährung für Kinder nicht empfiehlt (Richter *et al.* 2016). Damit hat die Fachgesellschaft ihr früheres Urteil, dass eine VN Ernährung für Kinder „ungeeignet“ sei (DGE 2011), etwas abgemildert. Die DGE befürwortet nun generell eine pflanzen**betonte** Ernährung und gibt klare Empfehlungen, was bei einer VN Ernährung beachtet werden sollte. Demgegenüber könne mit einer lakto-ovo-VG Ernährung eine bedarfsgerechte Ernährung realisiert werden. Jedoch gilt auch hier bei Risikogruppen, u. a. Säuglingen und Kleinkindern, eine „besondere Sorgfalt“ (Richter *et al.* 2016). Dieser Empfehlung schließt sich die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) an (SGE 2016), während die Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) auch eine VG Ernährung bei Säuglingen und Kindern nicht empfiehlt (ÖGE 2020). In einer aktuellen Ergänzung zur VN Ernährung hinsichtlich Risikogruppen betont die DGE, dass die Datenlage weiterhin nicht ausreichend sei, um eine „zufriedenstellende Einschätzung“ vorzunehmen und empfiehlt weiterhin eine VN Ernährung im Kindesalter nicht (Richter *et al.* 2020).

## Einführung

**Tabelle 1. Empfehlung nationaler und internationaler Fachgesellschaften bezüglich einer VG bzw. VN Ernährung in der Kindheit (Kurzfassung).**

Fachgesellschaft	Land/Kontinent	Haltung bzgl. VG Ernährung	Haltung bzgl. VN Ernährung	Quelle
Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE)	Deutschland	++	-	Richter <i>et al.</i> 2016; Richter <i>et al.</i> 2020
Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)	Deutschland	+	-?	Rudloff <i>et al.</i> 2018
Netzwerk „Gesund ins Leben – Netzwerk Junge Familie“, ein Projekt von IN FORM	Deutschland	+	--	Koletzko <i>et al.</i> 2013
Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE)	Schweiz	*	-	SGE 2016
Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrie (SSP)	Schweiz	+	-?	Müller <i>et al.</i> 2020
Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE)	Österreich	-	--	ÖGE 2020
Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ)	Österreich	++	-	Plank 2019
<i>European Paediatric Association, Union of National European Paediatric Societies and Association (EPA-UNEPSA)</i>	Europa	-?	-?	Ferrara <i>et al.</i> 2017
<i>European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN)</i>	Europa	-?	-	Fewtrell <i>et al.</i> 2017
<i>French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP)</i>	Frankreich	*	-	Lemale <i>et al.</i> , 2019
<i>British Nutrition Foundation (BNF)</i>	Großbritannien	+	+	Phillips 2005

## Einführung

<i>National Programme for the Promotion of a Healthy Diet (PNPAS)</i>	Portugal	++	++	National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde 2015
<i>Italian Society of Human Nutrition (SINU)</i>	Italien	+?	+?	Agnoli <i>et al.</i> 2017
<i>Scientific Society for Vegetarian Nutrition (SSNV)</i>	Italien	*	++	Baroni <i>et al.</i> 2018
<i>Spanish Paediatric Association (AEP)</i>	Spanien	+	-	Redecilla Ferreiro <i>et al.</i> 2020
<i>Academy of Nutrition and Dietetics (AND)</i>	USA	++	++	Melina <i>et al.</i> 2016
<i>National Health and Medical Research Council (NHMRC)</i>	Australien	++	++	National Health and Medical Research Council 2013
<i>Canadian Paediatric Society (CPS)</i>	Kanada	+	+	Amit 2010
<i>Dietitians of Canada (DC)</i>	Kanada	++	++	Dietitians of Canada 2010, 2018

### VN, veganer; VG, vegetarischer

++	Ernährung empfohlen/ adäquat
+	Ernährung möglich
-	Ernährung nicht empfohlen
--	raten von Ernährung ab
-?	unklares Statement, eher ablehnend
+?	unklares Statement, eher befürwortend
*	kein Statement

Die Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ) empfiehlt eine OM Ernährung mit reichlich pflanzlichen Lebensmitteln, da diese am einfachsten den Nährstoffbedarf für Kinder decken. Eine lakto-ovo-VG Ernährung wäre ebenfalls möglich, wenn auf die Eisenzufuhr geachtet würde. Sie betont die Notwendigkeit der Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung bei VN Ernährung sowie die Beachtung der Zufuhr von Eisen, Zink, Jod, DHA, Kalzium, Protein und Energie (Rudloff *et al.* 2018). Die Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrie (SSP) beruft sich auf verschiedene schweizerische Fachorganisationen, welche die VN Ernährung u. a. im Säuglings- und Kindesalter nicht empfehlen, gibt aber detaillierte Handlungsanweisungen für eine VG und VN Ernährung für dieses Alter heraus. Eine VG Ernährung, welche eine genügende Versorgung mit Eisen und Omega-3-Fettsäuren berücksichtigt, wird als sicher angesehen (Müller *et al.* 2020). Die Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ) hält eine ausgewogene lakto-ovo-VG Ernährung für eine gute Alternative zur OM Lebensweise, die eine adäquate Versorgung von Kindern gewährleisten kann. Aufgrund des fehlenden internationalen Konsens zur Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementierung bei VN Ernährung, empfiehlt die ÖGKJ die VN Ernährung in den ersten Lebensjahren nicht (Plank 2019).

Andere europäische Fachgesellschaften beschreiben die Herausforderungen VG Ernährungsformen, halten sich mit einer genauen Empfehlung jedoch zurück. Dennoch erscheinen die Positionspapiere eher ablehnend (Ferrara *et al.* 2017; Fewtrell *et al.* 2017). Die *Italian Society of Human Nutrition* (SINU) hält gut geplante VG Ernährungsformen für adäquat, gibt allerdings keine Empfehlung speziell für Kinder ab (Agnoli *et al.* 2017).

Daneben kommen britische, portugiesische, italienische, australische und kanadische Fachgesellschaften sowie die oft zitierte *Academy of Nutrition and Dietetics* (AND), die nach eigenen Angaben weltweit größte Organisation von Lebensmittel- und Ernährungsfachleuten, zu dem Schluss, dass eine gut geplante VG und VN Ernährung in jedem Lebensalter adäquat sei, inklusive des Säuglings- und Kindesalters (Phillips 2005; Amit 2010; Dietitians of Canada 2010; National Health and Medical Research Council 2013; National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde 2015; Melina *et al.* 2016; Baroni *et al.* 2018; Dietitians of Canada 2018). Dennoch betonen die genannten Gesellschaften, dass es sich bei Kindern um eine vulnerable Gruppe handelt. Daher sollte eine besondere Sorgfalt auf die Planung der Ernährung gelegt und speziell auf eine adäquate Zufuhr der kritischen Nährstoffe geachtet werden.

### **1.4 Forschungsziel und -hypothesen**

Ein Grund für die unterschiedlichen Stellungnahmen der Fachgesellschaften ist die unzureichende Studienlage zur VG und VN Ernährung von Kindern. Es ist folglich von essentieller

Bedeutung, den Gesundheits- und Ernährungsstatus von Kindern, die sich VG oder VN ernähren, zu untersuchen. Dies dient Eltern, aber auch Akteur\*innen aus Politik und Gesellschaft als Entscheidungsgrundlage, um Präventions- und Interventionsmaßnahmen planen zu können.

Übergeordnetes Ziel der Promotion war es daher, die Ernährung von VG und VN ernährten, gesunden Kleinkindern im Alter von 1-3 Jahren zu untersuchen und mit einer OM ernährten Kontrollgruppe zu vergleichen. Dabei sollte die Energie- und Nährstoffzufuhr sowie Körpergröße und -gewicht erfasst und bewertet werden.

Im Einzelnen war es das Ziel, folgende Fragestellungen zu untersuchen:

**FS1:** Gibt es statistisch signifikante Unterschiede bei anthropometrischen Daten von VG, VN oder OM ernährten Kleinkindern in Deutschland?

**FS2:** Gibt es statistisch signifikante Unterschiede in der Zufuhr von Energie und Makronährstoffen (Protein, Fett, Kohlenhydrate, zugesetzte Zucker und Ballaststoffen) bei VG, VN oder OM ernährten Kleinkindern in Deutschland?

**FS3:** Gibt es statistisch signifikante Unterschiede in der Mikronährstoff-, Fett- und Cholesterolfzufuhr bei VG, VN oder OM ernährten Kleinkindern in Deutschland?

**FS4:** Werden die D-A-CH-Referenzwerte (Gemeinsame Referenzwerte von D: Deutschland, A: Österreich und CH: Schweiz) für die Nährstoffzufuhr von VG, VN oder OM ernährten Kleinkindern erreicht?

## 2 Studienbeschreibung

Die VeChi Diet-Studie wurde vom Institut für alternative und nachhaltige Ernährung (IFANE), der Fachhochschule des Mittelstands (FHM) und der Universität Bonn (Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Abteilung Ernährungsepidemiologie) durchgeführt. Die Studie wurde nach den Grundsätzen der Deklaration von Helsinki durchgeführt, von der Ethikkommission Bonn geprüft und ist im Deutschen Register Klinischer Studien registriert (DRKS00010982).

Im Folgenden werden das Design, die Datenerhebung und deren Qualitätssicherung sowie die Datenauswertung der VeChi Diet-Studie kurz dargestellt.

### 2.1 Studiendesign

Die VeChi Diet-Studie ist eine deutschlandweite Querschnittsstudie zur Sammlung von Daten zu Ernährung, Lebensstil sowie Körpergröße und -gewicht von VG, VN und OM ernährten

Kleinkindern im Alter von 1-3 Jahren. Die Auswertung eines Onlinefragebogens des IFANE hatte zuvor ergeben, dass > 40 % der ca. 1200 registrierten Familien Kinder in dieser Altersgruppe hatten (unveröffentlichte Daten, Herbst 2014-August 2016). Die Altersspanne wurde begrenzt, da die Ernährung in verschiedenen Altersklassen sehr differieren kann. Ausschlusskriterien waren das Vorliegen einer chronischen Erkrankung, die die Ernährung beeinflusst, oder eine spezielle Kostform, die von den zu untersuchenden Kostformen abweicht (z. B. Rohköstler, definiert als  $\geq 70$  % Rohkost nach Koebnick *et al.* [2005]). Eltern von OM ernährten Kindern waren weniger bereit, an der Studie teilzunehmen. Daher wurden Kinder der DONALD Studie (*Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study*), deren Methodik der Verzehrserhebung identisch zu der in der VeChi Diet-Studie ist, in die Studie einbezogen. Die DONALD Studie (Universität Bonn) ist eine offene Kohortenstudie, welche Kinder bis ins Erwachsenenalter im Raum Dortmund untersucht (Kroke *et al.* 2004). Eltern von Kindern im Alter von 1-3 Jahren wurden angeschrieben und um eine Studienteilnahme gebeten. So konnten 62 neue Proband\*innen gewonnen werden. Die Sorgeberechtigten, von denen unterschriebene Einverständniserklärungen zurückkamen, füllten zusätzlich den Online-Fragebogen der VeChi Diet-Studie u. a. zu soziodemografischen Fragestellungen aus. Die weitere Rekrutierung der Proband\*innen ist im **Anhang B** beschrieben. Final nahmen 137 VG, 139 VN und 164 OM ernährte Kinder an der VeChi Diet-Studie teil.

## 2.2 Datenerhebung und Qualitätssicherung

### 2.2.1 Nährstoffzufuhr und Anthropometrie

Die Energie- und Nährstoffzufuhr der Studienteilnehmer\*innen wurde anhand von 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokollen mit detaillierten Angaben zu Lebensmittelbezeichnungen, Menge und Zeitpunkt des Verzehrs erhoben. Dazu wurden die Sorgeberechtigten gebeten, über drei Tage (möglichst zwei Wochentage, ein Wochenendtag) anhand einer Vorlage (**Anhang C**) zu dokumentieren, welche Lebensmittel und Getränke (inklusive Stillmahlzeiten) ihr Kind zu sich genommen hat. Dies sollte grammgenau erfolgen. Für den Fall, dass exaktes Wiegen nicht möglich war, konnten haushaltsübliche Mengen (z. B. Löffel, Glas) angegeben werden. Zusätzlich bekamen die Sorgeberechtigten ein Fotobuch mit üblichen Portionsgrößen (Hilbig *et al.* 2015), das um VN Produkte ergänzt wurde. Ein Video auf der Studienhomepage erläuterte das Protokollieren der Lebensmittel zusätzlich. Muttermilchmengen wurden anhand durchschnittlicher, altersspezifischer Muttermilchmengen in der DONALD Studie geschätzt (für Details siehe Weder *et al.* [2019]). Außerdem wurde das aktuelle gesundheitliche Befinden sowie Körpergröße und -gewicht des Kindes nach Eigenangabe der Sorgeberechtigten (oder der Pädia-ter\*innen) angegeben. Waren die anthropometrischen Daten älter als zwei Wochen, wurde um

das Datum der Messung gebeten. Fehlten Körpergröße und -gewicht, wurden alters- und geschlechtsspezifische Mediane ( $n = 2$ ) verwendet.

Die Auswertung der 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle erfolgte mithilfe der Nährstoffdatenbank LEBTAB der Universität Bonn (Sichert-Hellert *et al.* 2007). Diese für die DONALD Studie entwickelte Datenbank basiert auf Daten des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS, Version 3.02). Energiegehalte und Nährwerte von Produkten (z. B. Säuglingsnahrung, kommerzielle Beikost, Frühstücksflocken, Fruchtojoghurts, Gebäck, Gemüsezubereitungen, Tiefkühlpizza) und Nahrungsergänzungsmitteln werden anhand von Rezeptsimulationen unter Berücksichtigung von Nährstoffanreicherungen geschätzt. Jedes von Proband\*innen protokollierte Lebensmittel, Produkt und Nahrungsergänzungsmittel erhält einen eigenen Eintrag und ergänzt so die Datenbank kontinuierlich.

Eventuelle Unklarheiten und unplausible Werte wurden durch Rückfragen an die Sorgeberechtigten geklärt. Die Qualitätskontrolle der Daten umfasste u. a. die Kontrolle der Eingabe der 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle von einer zweiten Fachkraft. Nach Eingabe in das Datenbanksystem wurden diese hinsichtlich der individuellen Nährstoff- und Energiezufuhr analog zur DONALD Studie (individueller Mittelwert aus drei Protokolltagen) ausgewertet. Nach einer erneuten Prüfung auf plausible Werte erhielten die Sorgeberechtigten eine Auswertung der wichtigsten Nährstoffe (Makronährstoffe, potentiell kritische Nährstoffe wie Vitamine B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub>, Kalzium, Eisen, Zink).

### 2.2.2 Kovariaten

Mittels Online-Fragebogen (**Anhang D**) wurden Variablen des sozioökonomischen Status (*socioeconomic status*, SES), des Lebensstils und der frühen Kindheit (Stillverhalten) u. a. erfasst. Als Vorlage dienten teilweise die Fragebögen der KiGGS-Studie des Robert Koch Instituts, Berlin (Hölling *et al.* 2012). Die Daten des Online-Fragebogens wurden überprüft und eventuelle Unklarheiten mit den Sorgeberechtigten geklärt.

### 2.2.3 Einteilung der Ernährungsgruppen

Die drei Ernährungsgruppen wurden primär anhand folgender Frage des Online-Fragebogens eingeteilt:

„Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?

- Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)
- Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)
- Mischkost (mit Fleisch/ Wurst und/oder Fisch)“

Sorgeberechtigte von VG und VN ernährten Kindern wurden zusätzlich gefragt, ob und wie häufig es Ausnahmen gibt, an denen ihr Kind z. B. Fleisch isst oder Milch trinkt. Entsprechend wurden VG und VN ernährte Kinder, die mindestens einmal ( $\geq 1$  x) pro Woche Fleisch oder Fisch essen als OM eingeteilt (betraf 8 VG [6,3 %], 1 VN [0,7 %]). VN, die mindestens einmal ( $\geq 1$  x) pro Woche Milch oder Eier verzehrten, wurden als VG eingeteilt (betraf 24 VN [17,3 %]).

## 2.3 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Daten ist ausführlich in den Publikationen beschrieben (Weder *et al.* 2019). Es wurden Kovarianzanalysen (*analysis of covariance*, ANCOVA) durchgeführt und individuell für verschiedene soziodemografische, Lebensstil- und frühkindliche Faktoren adjustiert: Alter, Geschlecht, Muttermilchzufuhr, Gesamtenergiezufuhr, standardisierte Körpergewicht-für-Körpergröße (*weight-for-height z-score*), SES, Wohnortgröße, physische Aktivität, BMI und Körpergröße des Vaters, standardisiertes Geburtsgewicht (z. B. *small for gestational age*, SGA) und Jahreszeit der Protokollierung. Das standardisierte Körpergewicht-für-Körpergröße (*weight-for-height*) ist ein Kurzzeit-Indikator für eine inadäquate Nährstoffzufuhr oder -nutzung (*wasting*), welches langfristig zu einer Reduktion der Körpergröße in Relation zum Alter (*height-for-age*) führen kann (*stunting*) (Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation 2007; Richard *et al.* 2012). Ergänzende Erläuterungen zum Studiendesign befinden sich in **Anhang B** sowie in den Publikationen. Aufgrund der großen Testanzahl und der damit einhergehenden  $\alpha$ -Fehlerkummulierung (Victor *et al.* 2010), wurden ein p-Wert von  $p \leq 0,001$  als statistisch signifikant gewertet. Eine Effektgröße von  $\eta^2 \geq 0,01$  wurde als klein,  $\eta^2 \geq 0,06$  als mittel und  $\eta^2 \geq 0,14$  als groß angesehen (Pallant 2007). Es wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um den Einfluss von Ausreißern zu überprüfen.

Im Rahmen der Dissertationsschrift wird ein Nährstoff (bzw. Energie) dann als „potentiell kritisch“ definiert, wenn die Zufuhr im Median unter den jeweiligen D-A-CH-Referenzwerten (DGE *et al.* 2020) lag. Für EPA und DHA gibt es in Deutschland keine Zufuhrempfehlungen für Kinder. Hier wurde die laut eines Übersichtsartikels der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (*European Food Safety Authority*, EFSA) (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies 2012) niedrigste Empfehlung für Kinder im Alter von 1-3 Jahren aus Australien gewählt (40 mg langkettige n3-Fettsäuren/d) (National Health and Medical Research Council und New Zealand Ministry of Health 2017).

### 3 Veröffentlichungen



*nutrients*



Article

## Energy, Macronutrient Intake, and Anthropometrics of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1–3 Years) in Germany (VeChi Diet Study)

Stine Weder <sup>1,2</sup> , Morwenna Hoffmann <sup>1</sup>, Katja Becker <sup>2</sup>, Ute Alexy <sup>3</sup> and Markus Keller <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Fachhochschule des Mittelstands (FHM), University of Applied Sciences, 33602 Bielefeld, Germany; weder@fh-mittelstand.de (S.W.); morwenna.hoffmann@fh-mittelstand.de (M.H.)

<sup>2</sup> Biochemistry and Molecular Biology, Interdisciplinary Research Center, Justus Liebig University Giessen, 35392 Giessen, Germany; katja.becker@uni-giessen.de

<sup>3</sup> IEL-Nutritional Epidemiology, DONALD Study, University of Bonn, 44225 Dortmund, Germany; alexy@uni-bonn.de

\* Correspondence: keller@fh-mittelstand.de; Tel.: +49-221-258898-260

Received: 22 March 2019; Accepted: 10 April 2019; Published: 12 April 2019



**Abstract:** Due to the lack of current, large-scale studies examining their dietary intake and health, there are concerns about vegetarian (VG) and vegan (VN) diets in childhood. Therefore, the Vegetarian and Vegan Children Study (VeChi Diet Study) examined the energy and macronutrient intake as well as the anthropometrics of 430 VG, VN, and omnivorous (OM) children (1–3 years) in Germany. A 3-day weighed dietary record assessed dietary intake, and an online questionnaire assessed lifestyle, body weight (BW), and height. Average dietary intakes and anthropometrics were compared between groups using ANCOVA. There were no significant differences in energy intake or density and anthropometrics between the study groups. OM children had the highest adjusted median intakes of protein (OM: 2.7, VG: 2.3, VN: 2.4 g/kg BW,  $p < 0.0001$ ), fat (OM: 36.0, VG: 33.5, VN: 31.2%E,  $p < 0.0001$ ), and added sugars (OM: 5.3, VG: 4.5, VN: 3.8%E,  $p = 0.002$ ), whereas VN children had the highest adjusted intakes of carbohydrates (OM: 50.1, VG: 54.1, VN: 56.2%E,  $p < 0.0001$ ) and fiber (OM: 12.2, VG: 16.5, VN: 21.8 g/1,000 kcal,  $p < 0.0001$ ). Therefore, a VG and VN diet in early childhood can provide the same amount of energy and macronutrients, leading to a normal growth in comparison to OM children.

**Keywords:** vegetarian; vegan; children; energy; macronutrients; nutrient intake; body weight; body height; WHO Child Growth Standards

#### 1. Introduction

A vegetarian (VG) diet excludes meat and fish, while a vegan (VN) diet is defined by the total absence of animal foods, including dairy products and eggs. In Germany, VG and VN diets have become increasingly popular in the last several decades. The most recent estimations assume that about 2.5–10% of German adults are VGs and 0.3–1.6% are VNs [1–5]. Although the number of children on such plant-based diets in Germany is unknown, VG and VN parents probably also raise their children without meat or any foods of animal origin.

There is a scientific debate on whether or not VG and in particular VN diets are appropriate for children since, during growth, energy and nutrient requirements are higher than for adults relative to their body weight (BW) [6–8]. While the German Nutrition Society (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, DGE) does not recommend a VN diet for infants, children, or adolescents (as well as for pregnant and lactating women) [7], the Academy of Nutrition and Dietetics (AND) from the USA stated that “well-planned VN, lacto-VG, and lacto-ovo-VG diets are appropriate for all stages of the

life cycle, including pregnancy and lactation” [9–11]. This discrepancy is presumably caused by the lack of studies on VG and VN diets and health during childhood.

In the majority of available studies, VG and VN children showed normal growth and development, but in some studies, VG and VN children tended to be thinner and (in particular in samples <5 years of age) smaller than the reference populations [12,13]. Reference populations in those past investigations were often formula-fed infants (e.g., [14]) that tend to gain more BW and grow differently than breastfed infants [15]. The lower BW and body height (BH) of some VG and VN children therefore could at least partially be explained by the fact that VG and VN children are more likely being breastfed than non-vegetarian children [14,16,17]. However, growth retardation on VN or VG diets might be an issue of concern due to lower energy intake, protein intake, and the quality of vegetable foods. On the other hand, VG and VN adults have a lower risk of overweight and obesity [18,19]; therefore, an early VG or VN diet is discussed as suitable to prevent pediatric obesity [18,20].

There are some nutrients regarded to be critical in VG (iron, zinc, iodine, selenium, long chain *n*-3 fatty acids (eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid), and vitamin D) and VN diets (additionally vitamin B<sub>12</sub>, calcium, vitamin B<sub>2</sub>, and protein) [7,9,21]. Nevertheless, in the majority of available studies, VG and VN adults meet the dietary reference intakes of macronutrients (protein, fat, and carbohydrates), many micronutrients (e.g., magnesium, folate, vitamin B<sub>1</sub>, biotin, pantothenic acid, vitamin C, and  $\beta$ -carotene), and fiber more often than OM control groups [9,16,22–26].

The few published studies with young VG and VN children (age 1–3 years) showed comparable results. Their nutrient intake was broadly in line with the reference values and the intake/status of micronutrients (folate, vitamin A, and vitamin C); dietary fiber was in the recommended range or even higher than the control groups and/or reference values, whereas energy, vitamin B<sub>2</sub>, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin D, iron, and calcium were more often below the reference values and/or lower than in the OM control groups [27–34]. In some studies, there were no differences in macronutrient intake between young VG and OM children [28,31,33,35]. In other studies, young VG children had higher intakes of carbohydrates but lower intakes of fat [29,36].

However, studies on VG or VN diets during childhood are highly heterogeneous, mostly cross-sectional, of small sample sizes, and outdated (mainly from the 1970–1990s) [12,13]. Since then, due to the trend toward plant-based diets, the food market has changed and now offers an increasing number of VN or VG meat or sausage substitutes, plant-based milk alternatives, or special supplements for this population subgroup. Moreover, the World Wide Web provides a great deal of information on risks and benefits of plant-based diets and enables experience exchange among VN or VG families. However, there is an urgent need to investigate the current nutritional and health status of children on a modern VG or VN diet. One main objective of the Vegetarian and Vegan Children Study (VeChi Diet Study) therefore was to compare the intake of energy, macronutrients, and fiber, as well as BW and BH, of VG, VN, and OM children aged 1–3 years in Germany.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design and Participants

The VeChi Diet Study is a cross-sectional study collecting data on diet, lifestyle, BW, and BH from VG, VN, and OM children (1–3 years). Subjects were recruited throughout Germany between August 2016 and March 2018 mainly via the study website ([www.vechi-studie.de](http://www.vechi-studie.de)), VN/VG/child nutrition Facebook groups, a mailing list of Giessen University, magazines and journals, VN/VG websites, daycare centers, and VN/VG conventions. Furthermore, participating families were asked to recruit friends of their children. Inclusion criteria were VG, VN, or OM children (age 1–3 years) living in Germany. Exclusion criteria were (1) diagnosed diseases that could affect the studied variables (e.g., enteropathy, pancreatic diseases, and metabolic disorders such as phenylketonuria or fructose malabsorption) and (2) special diets other than vegan or vegetarian diets, e.g., predominantly ( $\geq 70\%$ ) raw food diet according to [37]. Parents participating with their children did not receive any financial

incentive but were provided with the results of the dietary record. The observational and non-invasive study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the University of Bonn (046/17). The study is registered at the German Clinical Trials Register (DRKS00010982). All examinations are performed with parental written consent.

Since the recruitment procedure did not reveal a sufficient number of OM participants, data from participants of the DONALD (Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed) study who met the same inclusion criteria as the VeChi Diet Study (1–3 years, healthy, living in Germany) were also included. The DONALD study is an ongoing cohort study that started in 1985 to collect information on diet, growth, development, and metabolism of healthy children and adolescents in Dortmund, Germany. Yearly examinations include 3-day weighed dietary records, anthropometric measurements, and interviews on lifestyle. The Ethics Committee of the University of Bonn approved the study, and all examinations are performed with parental and later with children's written consent [38]. The parents of DONALD participants whose data were used in the VeChi Diet Study were additionally asked questions that are not included in the regular DONALD study protocol.

## 2.2. Sample Size Estimation

As no published data were available for power estimations, dietary intake data from the DONALD study (tertiles of meat intake, covariates age and sex) were used for sample size calculations. A partial correlation between predictor (diet category; here tertiles of meat intake) and outcome (food, energy, and nutrient intake; here: energy, protein, vitamin B<sub>12</sub>, and zinc intake) of 0.2 was likely. This resulted in a predicted power of 0.97 and an estimated required total sample size of 450 children. Because the correlation between zero meat intake and the outcomes had been expected to be even greater, a sample size of 430 was assumed sufficient enough to detect the expected statistical differences.

## 2.3. Data Assessment

Data were collected from October 2016 to April 2018.

### 2.3.1. Nutrition Assessment

Dietary intake in the VeChi Diet Study was assessed using 3-day weighed dietary records in accordance with the procedure of the DONALD study [38]. The parents weighed and recorded all foods and beverages consumed by the participating children, as well as leftovers, over three consecutive days (weekdays and weekends) using electronic kitchen scales. The participating families chose the day of the beginning of dietary recording within a given period. When exact weighing was not possible—e.g., in case of eating out—household measures (e.g., spoons, cups) and a photo booklet with foods in toddlers' portion sizes [39], supplemented with special VG and VN foods, allowed semi-quantitative recording. Besides written information on dietary recording, a video tutorial was provided on the study website. The study staff assessed missing data, requesting the information from the parents via e-mail. Breast milk intakes were estimated by multiplying the reported number of breast meals with age-specific median amounts of breast milk volumes from the DONALD study (Table S1). In this study, breast milk amounts were assessed using test weighing before and after each breast meal [38]. Implausible estimated high breast milk intakes due to highly frequent breastfeeding (12–17 daily feeds, resulting in  $\geq 800$  g breast milk/d;  $n = 3$ , age 1 year) were replaced with the highest non-outlier value. Energy and nutrient intakes were calculated using the food composition database LEHTAB [40]. The composition of staple foods is based on standard German food composition tables BLS 3.02. The energy and nutrient contents of commercial food products, i.e., processed foods and ready-to-eat-meals or snack foods, were estimated by recipe simulation using labeled ingredients and nutrient contents. LEHTAB is continuously updated by adding those products or supplements recorded by study participants.

### 2.3.2. Anthropometrics

Either the parents or a pediatrician proxy-assessed reported BW and BH during the last medical check-up. If the measurement was older than two weeks before the dietary record, the parents were asked to add the date of assessment. In the case of missing BW and BH ( $n = 2$ ), the age- and sex-specific medians were used.

### 2.3.3. Covariates

Data on sociodemographic, lifestyle, and early life variables were collected via an online questionnaire using questions partially according to a representative health survey in Germany (German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents) [41]. The socioeconomic status was assessed using the Winkler Index—a combination of three social status scores (education, profession, total net household income) calculated from parents' online questionnaire data (1–7 points, each). The higher score of either the mother or the father was used as family socioeconomic status (SES) index and categorized into low (3–8), middle (9–14), or high (15–21) social status according to [42]. Depending on the number of inhabitants, urbanicity was classified into rural (<5,000 inhabitants), small-size urban (5,000–<20,000 inhabitants), medium-size urban (20,000–<100,000 inhabitants), or metropolitan ( $\geq 100,000$  inhabitants) in accordance with [43]. Physical activity was categorized into active or very active (i.e., “playing outside” and/or “attendance in play/sport groups”  $\geq 4$ –7 times per week) or less active (<4 times/week). Paternal body mass index (BMI) and BH was used as covariable. Maternal BMI was excluded due to changes in BW postpartum, in particular in breastfeeding women. Small for gestational age (SGA) exact z-scores and percentiles of BW (and length) for sex-specific gestational age were assessed via Excel calculator ([www.ucalgary.ca/fenton](http://www.ucalgary.ca/fenton)) according to Fenton et al. (2013) [44]. A birth weight  $\leq 10$ th percentile was defined as SGA, and  $\geq 90$ th percentile was defined as large for gestational age (LGA). All children between >10th and <90th percentiles were defined as appropriate for gestational age (AGA) [45]. The season of dietary recording was categorized into spring (March–May), summer (June–August), autumn (September–November), and winter (December–February).

### 2.3.4. Diet Group Classification

Three diet groups (i.e., VG, VN, or OM diet) were categorized according to the following question: “How is your child raised?”

- vegetarian (no meat, sausage, fish, but with dairy products and/or eggs);
- vegan (no meat, sausage, fish, dairy products, or eggs);
- omnivorous (with meat and/or sausage and/or fish).

If parents declared their children to be VG or VN, they were asked whether there are exceptions in food intake, for example VN children drinking cow's milk or VG children occasionally eating fish. Accordingly, VG and VN children who usually eat meat or fish  $\geq 1$  time/week were reclassified as OM (8 VG, 1 VN). VN who usually eat dairy products and/or eggs  $\geq 1$  time/week were categorized as VG (24 VN).

### 2.3.5. Data Analysis and Statistics

Statistical analysis was performed with SPSS Version 20 (IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA). Total energy and nutrient intake were calculated as individual means of the three recorded days. Dietary energy density (DED) was calculated excluding non-caloric beverages according to [46]. Protein intake was expressed as g/kg BW and fiber intake as g/1,000 kcal. Carbohydrates, added sugar, and fat are presented as percentages of energy intake (%E). Age\_Diet was calculated as the difference between the first day of dietary recording and the date of birth. Age\_Diet was used to compare the energy and nutrient intake to the German dietary reference values (DRVs). The date of

the measurement of BW and BH was used to calculate age at the time of anthropometric assessment (Age\_Anthro). BW and BH were analyzed separately for boys and girls, using WHO Anthro version 3.2.2 for SPSS [47]. Severely wasting (weight-for-height z-scores  $<-3$  SDs from the WHO standard median), wasting ( $<-2$  SDs), normal weight ( $>-2$  SDs to 2 SDs), overweight ( $>2$  SDs) and obesity ( $>3$  SDs) were classified in accordance with the WHO Growth Standards. Children with height-for-age z-scores  $<-3$  SD and  $<-2$  SD from the WHO standard median were classified as severely stunted or stunted, respectively. Weight-for-age z-scores  $<-3$  SD and  $<-2$  SD from the median indicate severe underweight and underweight, respectively [48]. Biologically implausible values ( $n = 1$ ) were removed from the analysis according to the WHO recommendations (length/height-for-age  $\leq -6$  or  $\geq 6$ ) [49]. Weight-for-height (wasting) is seen as a short-term indicator for inadequate dietary intake or nutrient utilization that can cause long-term decreases in height-for-age (stunting) [50,51].

Participants' characteristics are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD) for the variables with normal distribution or as median and interquartile range (IQR) for the variables that were non-normally distributed. Differences in categorical characteristics between diet groups were tested using a Chi<sup>2</sup> test or Fisher's exact test. For continuous characteristics, ANOVA for parametric or Kruskal–Wallis tests for non-parametric data were applied. In the case of significant differences, pairwise Bonferroni post hoc tests (parametric data) or Mann–Whitney U tests (non-parametric data) were used.

Continuous variables were included in the analysis of covariances (ANCOVA) as covariates (children's age, breastmilk intake, paternal BMI, SES, and weight-for-height z-score) and categorical variables as fixed factors (sex, physical activity, and season). In case of unequal categorical variables (e.g., urbanicity), these variables were dummy-coded and included as covariates if necessary. For the analysis of anthropometrics, birth weight (dummy coded) and paternal BH were additionally considered as potential covariates. Total energy intake (TEI) was only considered as a confounder for variables that were not calculated in relation to energy intake. The covariates sex and age were included in the basic model. Each covariate was then checked separately for interaction effects with sex and age. Those covariates or interactions with a  $p$ -value  $\leq 0.1$  and/or a partial eta squared ( $\eta^2$ )  $\geq 0.06$  were added to the model. The backward method was used to build the final model with the same criteria ( $p$ -value  $\leq 0.1$  and/or partial  $\eta^2 \geq 0.06$ ). The presented results show the basic models adjusted for age and sex and fully adjusted final models. Due to the large number of tests,  $p \leq 0.01$  is considered to indicate marginal statistical significance,  $p \leq 0.001$  indicates statistical significance, and  $p \leq 0.0001$  high statistical significance to reduce the chance of type I errors. An  $\eta^2 \geq 0.01$  is interpreted as small,  $\eta^2 \geq 0.06$  as medium, and  $\eta^2 \geq 0.14$  as a large effect size [52]. Sensitivity analyses without outliers (modulus of standardized residuals  $>3$ ) were carried out. The only remarkable differences in the results of significance or effect size are stated in the results.

### 3. Results

#### 3.1. Sample Characteristics

Nine hundred and forty-four parents registered their children via online questionnaire; 503 gave their informed consent to participate with their children in the study and met all inclusion criteria. Among these, 131 parents did not complete the 3-day weighted dietary record or the parents' questionnaire. Another four children were excluded due to diagnosed diseases or dietary therapy. Inclusion of 62 DONALD study participants resulted in a total number of 430 children (127 VG, 139 VN, and 164 OM) (Figure S1).

Sample characteristics are presented in Table 1. The diet groups did not differ with respect to age and sex, with more than 50% of the children being 1–<2 years (Table S2). The majority of families lived in metropolitan or medium-sized urban cities. There were no significant differences in the percentage of children who had ever been breastfed between the diet groups according to the questionnaire. Among the children that had ever been breastfed, on average VN children were breastfed, exclusively and in total, longer than VG and OM children ( $p < 0.001$ ). More VN children

(48.6%) were continuously breastfed during the dietary recording than VG (27.1%) or MK (9.9%) children ( $p < 0.0001$ ). However, the average estimated breast milk intake per day was not significantly (n.s.) different between the groups. The median SES was high with no significant differences between the three groups. More than half of the VG and VN parents mentioned ethical motivations as the main motive for choosing their diet and more than 80% started their child's diet with the introduction of supplementary food (Table S2). Most children were active or very active. More VN children were SGA compared to OM ( $p < 0.01$ , marginally significant). All seasons of the year were almost equally represented, with slightly more dietary records of VG in autumn and winter and fewer dietary records of VN in summer (n.s.). Median paternal BMI was higher in fathers of OM compared to VG and VN children ( $p < 0.01$ , marginally significant), with significant differences in paternal BH between fathers of VG and VN children ( $p < 0.001$ ). More VN parents (51.4%) had a high percentage of organic food purchases ( $\geq 75\%$  of total food purchases) in comparison to VG (36.0%) and OM parents (12.3%) ( $p < 0.0001$ , Table S2).

**Table 1.** Sample characteristics of the VeChi Diet Study by diet group.

	VG	VN	OM
<b>Total</b> <sup>3</sup>	127 (29.5)	139 (32.3)	164 (38.1)
<b>Sex</b> <sup>3x</sup>			
Female	64 (50.4)	76 (54.7)	83 (50.3)
Male	63 (49.6)	63 (45.3)	81 (49.4)
<b>Age</b> <sup>2z</sup>			
Age_Diet (year)	2.0 (1.4)	1.8 (1.3)	2.0 (1.5)
Age_Anthro (year)	1.9 (1.4)	1.8 (1.4)	2.0 (1.5)
<b>Child weight and height</b> <sup>1z</sup>			
BW (kg)	12.1 ± 2.3	12.0 ± 2.5	12.7 ± 2.6
BH (cm)	86.6 ± 8.8	85.6 ± 8.8	88.2 ± 9.3
<b>Urbanicity</b> <sup>3x#</sup>			
Rural (<5000)	19 (15.0)	28 (20.1)	28 (17.2)
Small-size urban (5000–<20,000)	16 (12.6)	20 (14.4)	17 (10.4)
Medium-size urban (20,000–<100,000)	33 (26.0)	31 (22.3)	31 (19.0)
Metropolitan ( $\geq 100,000$ )	59 (46.5)	60 (43.2)	87 (53.4)
<b>Breastfeeding</b>			
Ever breastfed <sup>3y</sup>	121 (95.3)	138 (99.3)	157 (95.7)
Duration of exclusively breastfeeding (mo) <sup>2z</sup>	5.0 (2.0) <sup>a</sup>	6.0 (2.0) <sup>a,b</sup>	5.0 (2.0) <sup>b</sup>
Duration of total breastfeeding (mo) <sup>2z</sup>	13.1 (10.0) <sup>a</sup>	15.9 (10.0) <sup>a,b</sup>	11.1 (7.0) <sup>b</sup>
Breast milk intake in dietary record (if breastfed) (g/day) ( $n = 119$ ) <sup>2z</sup>	275.0 (186.3)	303.3 (280.0)	163.3 (316.7)
<b>SES (Winkler Index score D2004)</b> <sup>3y</sup>			
Low (3–8)	3 (2.4)	2 (1.4)	0 (0)
Middle (9–14)	31 (24.4)	37 (26.6)	30 (18.3)
High (15–21)	93 (73.2)	100 (71.9)	134 (81.7)
<b>Physical activity</b> <sup>3x##</sup>			
Less active (<4 times/week)	71 (55.5)	70 (50.0)	64 (39.8)
Active or very active	57 (44.5)	70 (50.0)	97 (60.2)
<b>Birth weight categories</b> <sup>3x#</sup>			
Small for gestational age (SGA)	23 (17.8)	26 (18.7)	25 (15.5)
Appropriate for gestational age (AGA)	101 (78.3)	99 (71.2)	134 (83.2)
Large for gestational age (LGA)	5 (3.9)	14 (10.1)	2 (1.2)
<b>Season of dietary record</b> <sup>3x</sup>			
Spring	21 (16.5)	45 (32.4)	36 (22.0)
Summer	20 (15.7)	17 (12.2)	38 (23.2)
Autumn	41 (32.3)	36 (25.9)	43 (26.2)
Winter	45 (35.4)	41 (29.5)	47 (28.7)
<b>Paternal BMI and height</b>			
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>2z##</sup>	24.5 (3.9)	24.3 (4.1)	25.7 (3.1)
BH (cm) <sup>1z##</sup>	183 ± 7 <sup>a</sup>	180 ± 7 <sup>a</sup>	182 ± 7

Values are <sup>1</sup> mean ± standard deviation (SD), <sup>2</sup> median and (interquartile range, IQR), <sup>3</sup> frequencies (percentage); VG: vegetarian, VN: vegan, OM: omnivorous, BW: body weight, BH: body height, Age\_Diet: age at dietary record, Age\_Anthro: age at anthropometric measurement, BMI: body mass index. Differences were analyzed using <sup>x</sup> Chi<sup>2</sup>-test, <sup>y</sup> Fisher's exact test for cell frequencies of <20% of expected count less than 5, <sup>z</sup> ANOVA and Bonferroni post hoc tests for parametric, Kruskal–Wallis test and Mann–Whitney U test for nonparametric, continuous data. <sup>a,b</sup> exponents indicate statistical significance (at least  $p \leq 0.001$ ). # missing  $n = 1$ , ## missing  $n = 5$ .

### 3.2. Energy and Nutrient Intakes

TEI and DED did not differ significantly between the diet groups in the final model. After adjustment for confounders, OM children had the highest intake of total protein, total fat, and added sugars. In contrast, VN children had the highest intake of carbohydrates and fiber (all highly significant and of medium to high effect size:  $p \leq 0.0001$ , partial  $\eta^2 = 0.06$ – $0.39$ ) (Table 2 and Table S3). By excluding outliers ( $n = 3$ ), there was a significant difference in the added sugar intake between VN and OM children ( $p = 0.001$ , small effect size partial  $\eta^2 = 0.04$ ).

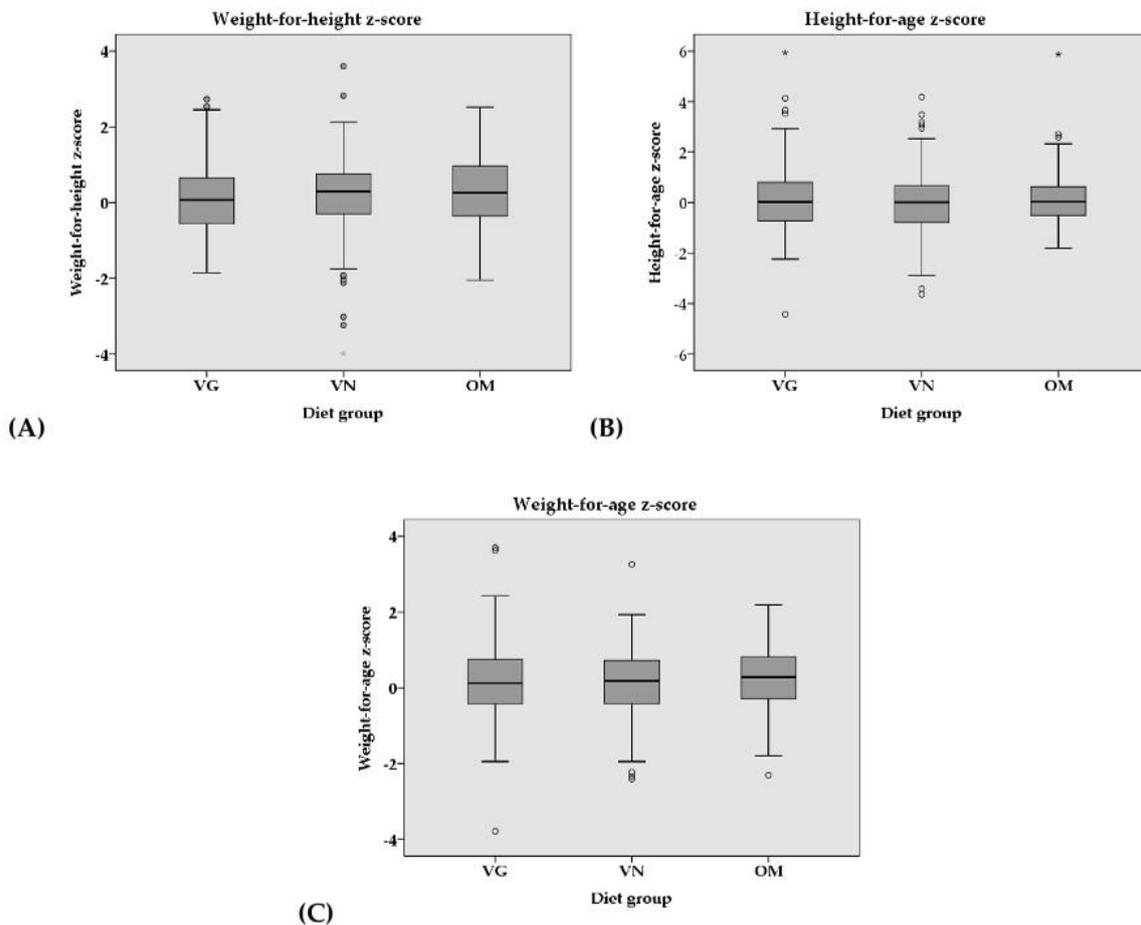
**Table 2.** Average daily intake of energy and macronutrients of vegetarian (VG), vegan (VN), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group.

	Median (IQR)			Basic model (age, sex adjusted)		Final model	
	VG ( $n = 127$ )	VN ( $n = 139$ )	OM ( $n = 164$ )	$p$ -value	Partial $\eta^2$	$p$ -value	Partial $\eta^2$
TEI <sup>a</sup> , kcal/day	956 (790–1084)	986 (821–1186)	974 (856–1099)	0.281	0.006	0.055	0.015
DED <sup>b</sup> , kcal/g	1.12 (0.98–1.33)	1.05 (0.93–1.22)	1.15 (1.02–1.35)	0.009 <sup>#</sup>	0.022	0.466	0.004
Protein <sup>c</sup> , g/kg BW	2.26 (1.83–2.65) <sup>1</sup>	2.25 (1.82–2.76) <sup>2</sup>	2.54 (2.16–3.06) <sup>1,2</sup>	<0.0001 <sup>***</sup>	0.054	<0.0001 <sup>***</sup>	0.122
Fat <sup>d</sup> , %E	33.7 (29.7–36.6)	33.6 (27.9–39.4) <sup>1</sup>	32.6 (28.2–37.2) <sup>1</sup>	0.781	0.001	<0.0001 <sup>***</sup>	0.049
Carbohydrates <sup>e</sup> , %E	53.6 (50.5–58.2)	53.8 (49.4–59.3) <sup>1</sup>	53.1 (47.9–57.1) <sup>1</sup>	0.029	0.017	<0.0001 <sup>***</sup>	0.070
Added sugars <sup>f</sup> , %E	4.2 (1.1–6.6)	2.1 (0.6–5.7)	4.8 (2.2–8.7)	<0.0001 <sup>***</sup>	0.045	0.002 <sup>***</sup>	0.032
Fiber <sup>g</sup> , g/1,000 kcal	16.1 (13.8–20.0) <sup>1</sup>	19.6 (16.3–24.1) <sup>1</sup>	13.4 (10.1–16.6) <sup>1</sup>	<0.0001 <sup>***</sup>	0.231	<0.0001 <sup>***</sup>	0.290

Values are unadjusted median (IQR), whereas  $p$ -values and effect sizes were derived from ANCOVA (Table S3) and adjusted for age and sex (basic model) or other confounders (final model, see below). Sensitivity analyses without outliers (|standardized residuals|>3) were carried out. No remarkable differences in the results of significance or effect size were found (if not stated otherwise). VG: vegetarian, VN: vegan, OM: omnivorous, BW: body weight, TEI: total energy intake, DED: dietary energy density, %E: % of TEI, SES: socioeconomic status. \*  $p \leq 0.01$  marginal statistical significance, \*\*  $p \leq 0.001$  statistical significance, \*\*\*  $p \leq 0.0001$  high statistical significance, Bonferroni adjusted. <sup>#</sup> marginal significance disappears without outliers (|standardized residuals|> 3),  $p = 0.013$ , partial  $\eta^2 = 0.021$ . <sup>##</sup> statistical significance between VN and OM children without outliers (|standardized residuals|>3),  $p = 0.001$ , partial  $\eta^2 = 0.035$ . <sup>1,2</sup> exponents indicate statistical significance in the final model (at least  $p \leq 0.001$ ). <sup>a</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, and seasons ( $n = 430$ ). <sup>b</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, paternal BMI, and seasons ( $n = 425$ ). <sup>c</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, weight-for-height z-score, TEI, paternal BMI, and seasons ( $n = 425$ ). <sup>d</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, and urbanicity ( $n = 429$ ). <sup>e</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, and urbanicity ( $n = 424$ ). <sup>f</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, physical activity, weight-for-height z-score, paternal BMI, and seasons ( $n = 421$ ). <sup>g</sup> Final model adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, weight-for-height z-score, and urbanicity ( $n = 429$ ).

### 3.3. Anthropometrics

Median weight-for-height, height-for-age, and weight-for-age z-scores did not differ significantly between the groups (Figure 1), even after adjustment for various covariates (Table 3 and Table S4). Nevertheless, a slightly higher percentage of VN children (3.6%), compared with VG (2.4%) and OM (0%) children, were classified as stunted according to the WHO child growth standards [49], whereas 3.6% of VN and 0.6% of OM were classified as wasted (VG: 0%). In contrast, a higher percentage of OM children (23.2%) than VG and VN children (18.1% and 18.0%, respectively) were classified as overweight or at possible risk of overweight (Figure 2). Table S5 shows that stunted children had normal weight-for-height ( $n = 4$ ) or were even overweight ( $n = 1$ ) or at possible risk for overweight ( $n = 3$ ). In wasted children, there was no risk indicated, with the exception of one child being classified as very tall.

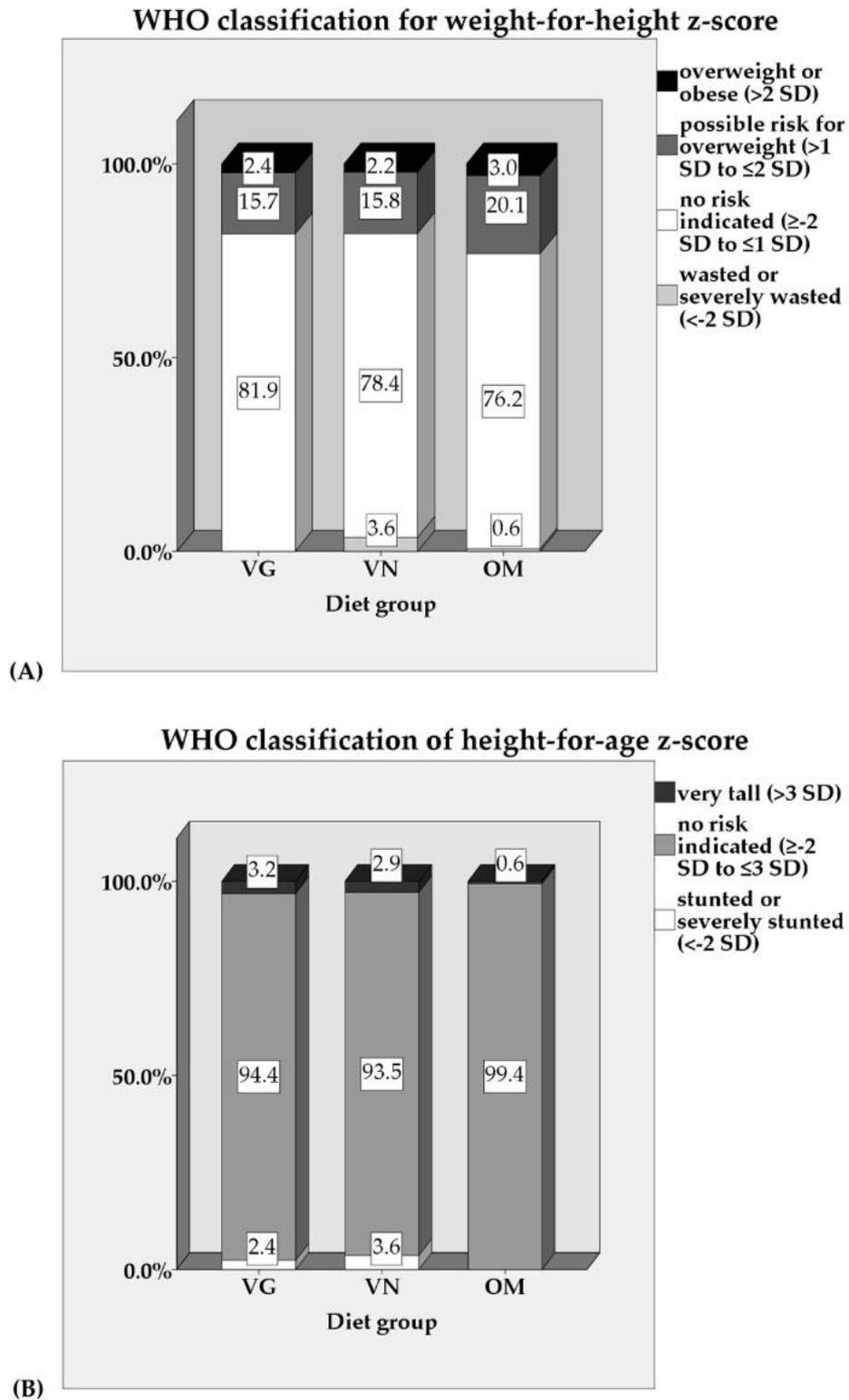


**Figure 1.** Boxplots of (A) weight-for-height, (B) height-for-age, and (C) weight-for-age z-scores of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study by diet group (127 VG, 139 VN, and 164 OM). VG: vegetarian, VN: vegan, OM: omnivorous. The ° and \* represent outliers (1.5-fold and 3-fold IQR, respectively).

**Table 3.** Average weight-for-height, height-for-age, and weight-for-age z-score of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study by diet group (127 VG, 139 VN, and 164 OM).

z-Score	$\bar{x} \pm SD$			Basic Model (age, sex adjusted)		Final Model	
	VG (n = 127)	VN (n = 139)	OM (n = 164)	p-value	Partial $\eta^2$	p-value	Partial $\eta^2$
Weight-for-Height <sup>a</sup>	0.11 ± 0.95	0.16 ± 1.08	0.23 ± 0.96	0.540	0.003	0.488	0.004
Height-for-Age <sup>b</sup>	0.11 ± 1.34	0.01 ± 1.26	0.13 ± 1.01	0.569	0.003	0.055 <sup>#</sup>	0.016
Weight-for-Age <sup>c</sup>	0.17 ± 0.99	0.11 ± 0.93	0.25 ± 0.87	0.344	0.005	0.061	0.014

Values are unadjusted arithmetic mean ± standard deviation (SD), whereas p-values and effect sizes were derived from ANCOVA (Table S4) and adjusted for age and sex (basic model) or other confounders (final model, see below). Sensitivity analyses without outliers (|standardized residuals|>3) were carried out. No remarkable differences in the results were found (if not stated otherwise). VG: vegetarian, VN: vegan, OM: omnivorous, SES: socioeconomic status. Bonferroni adjusted. <sup>#</sup> marginal significance appears without outliers (|standardized residuals|>3), p = 0.007, partial  $\eta^2$  = 0.027 (VG vs VN, p = 0.005). <sup>a</sup> Final model adjusted for age, sex, physical activity, SGA, SES, paternal BMI, and seasons (n = 423). <sup>b</sup> Final model adjusted for age, sex, physical activity, SGA, breastmilk intake, TEI, SES, paternal height, urbanicity, and seasons (n = 421). <sup>c</sup> Final model adjusted for age, sex, physical activity, SGA, breastmilk intake, TEI, and paternal height (n = 423).



**Figure 2.** (A) Weight-for-height z-score and (B) height-for-age z-score according to the WHO Growth Standards [49] of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study by diet group (127 VG, 139 VN, and 164 OM). VG: vegetarian, VN: vegan, OM: omnivorous.

#### 4. Discussion

In the VeChi Diet Study, TEI, DED, and anthropometrics did not differ significantly between VG, VN, and OM young children. However, significant differences in the macronutrient pattern were observed. The intake of total protein, total fat, and added sugars increased (OM > VG > VN) in relation to the degree of inclusion of animal-derived food. On the other hand, the intake of carbohydrates and fiber rose with increasing plant-derived foods (VN > VG > OM).

To our knowledge, there are currently no other studies with VG and VN children at the age of 1–3 years in Western societies. Therefore, we compared our results with the results of studies whose samples at least included children in this age range (e.g., 2–10-year-old children [35]).

There was no difference in TEI between the diet groups, but on average all groups were below the German reference value (for 1–<4-year-old female 1,100 kcal, male 1,200 kcal, according to a physical activity level [PAL] of 1.4 [53]). Besides, the DED did not differ significantly between the groups, but tending to be more energy-dense with OM diets. These results are in accordance with studies from Poland, which also did not find differences in TEI between VG and OM children [31,54], whereas the Polish children additionally met the recommended daily intake on average [29,31,35]. In other studies, the TEIs of VN and VG children were more likely to be lower than those of the OM control groups and/or the reference values [27,34,36]. Our findings that none of the groups met the reference value for TEI on average can be explained by the fact that  $\geq 50\%$  of the children in all groups were younger than 2 years (Table S2). While the DGE does not distinguish between 1-, 2-, or 3-year-old children in their reference values, the European Food Safety Authority (EFSA) does [55]. Compared to the more precise EFSA reference values, the average TEIs of all our diet and age groups were higher than this reference (Table S6). Another approach is to calculate the individual energy requirement with the equations published by Henry (2005) for 0 to 3-year-old males and females (m:  $BMR = (28.2 \times BW) + (859 \times (BH/100)) - 371$ ; f:  $BMR = (30.4 \times BW) + (703 \times (BH/100)) - 287$  [56]), multiply the BMR by a PAL of 1.4, and add 10% for growth in accordance with the approach of the DGE [6]. Using this approach, the estimated energy requirement was lower than the German dietary reference value ( $1,004 \pm 200$  kcal) and closer to the mean TEI of the study groups. However, 30.8% of VG, 27.8% of VN, and 41.5% of OM children did not meet their calculated individual energy needs. Nevertheless, to assess whether the individual TEI is inadequate, anthropometrics of the children should always be taken into account [57].

On average, all groups had 2.3–2.5-fold higher protein intakes than the German reference value (1 g protein/kg BW and day), with OM children having the highest average intake. This concurs with findings from Thane and Bates (2000), where British OM children ( $n = 1,307$ , 1.5–4.5 years) showed a significantly higher percentage contribution to energy from protein compared to VG children ( $n = 44$ , 1.5–4.5 years), but both groups had >2-fold higher intakes than the reference nutrient intake [36]. Sanders (1988) found that all VN children (39 VN children, 1–7 years, UK) in their study reached at least the minimum of 10%E from protein [27], whereas the average protein intake among Polish VG children (11.9–16.0%E, 5–11/2–10/2–18 years, including VN) did not differ significantly from the OM control groups (14.2–16.0%E, 5–11/2–10/2–18 years) [28,29,31,54]. Some experts propose a higher protein intake for VG and VN children due to the lower digestibility and/or protein quality of plant protein. In the VeChi Diet Study, VG and VN children met these higher recommendations on average (<2 years: 30–35%, 1.6–1.7 g/kg BW per day; 2–6 years: 20–30%, 1.4–1.6 g/kg BW per day [58]). In our study, the maximum individual protein intake reached 18.6%E (VG 15.9%E, VN 16.3%E, OM 18.6%E), which is within the US acceptable macronutrient distribution range (AMDR) for protein (10–35%E) [59] and in accordance with other studies on OM infants and toddlers [60]. An excess protein intake during early childhood is thought to cause adverse effects with respect to kidney function and development of overweight, but protein source—i.e., plant, meat, or dairy protein—has to be considered. In adults, long-term consumption of red meat may increase the risk for chronic kidney diseases, whereas white meat and dairy protein seem to have no effect, and plant protein seems to be renal protective [61]. However, the evidence of the current literature is limited and does not allow us to draw a final conclusion [61,62]. Additionally, a high protein intake ( $\geq 4$  g protein/kg BW per day) during the

first 2 years of life is thought to be associated with a higher risk for overweight or obesity later in life [60,63]. Therefore, some experts suggest setting a maximum acceptable level of 14%E from protein for 12–24-month-old infants [64], in particular by limiting the intake of unmodified cow milk during the second year of life [60].

The fat intake only differed significantly between VN and OM children after adjusting for covariates in the final model, with OM children having a higher adjusted fat intake. On average, all diet groups met the German reference for fat intake of 30–40%E [53]. This result is consistent with the findings of the aforementioned British study by Thane and Bates (2000), where the fat intake of VG children tended to be lower than that of OM children, and all diet groups had average fat intakes from 33.6 to 36.3%E [36]. In a Polish study by Laskowska-Klita et al. (2011), VG children did not meet the recommended daily fat intake on average ( $27.5\% \pm 6.9\%$ E) [29]. In another study with VN children in the UK, the fat intake was on average 30%E (16–39%E) [27]. However, besides fat quantity, fat quality is (maybe even more) relevant for health [65].

There were no differences in carbohydrate intakes between the groups in the unadjusted analysis. After adjustment for age, sex, breastmilk intake, and urbanicity, VN and OM children varied in a highly significant manner in the final model, with VN children having the highest intakes (Table S3). All groups met the reference intake of  $\geq 50\%$ E on average [53]. These results are in line with the above-mentioned Polish studies that also did not reveal differences between VG and OM children's unadjusted carbohydrate intakes [28,31,35,54]. In contrast, Thane and Bates (2000) found, also without adjusting for covariates, higher carbohydrate intakes in VG in comparison to OM children (significant only in 3–4.5-year-olds). In all these studies, VG and OM children had carbohydrate intakes above 50%E [28,29,31,35,36]. Nevertheless, in recent years, the carbohydrate quantity has been considered less relevant for health than the quality [66] characterized by the glycemic index, whole grain intake, added sugar, and fiber intake.

On average, OM children had higher unadjusted intakes of added sugars in comparison to VN children, with VN children having approximately half the intake of the other two groups. After adjustment for age, sex, breastmilk intake, SES, paternal BMI, and seasons, the differences were no longer significant—with the exception of the difference between VN and OM children when outliers were excluded. The median added sugar intake (unadjusted) of all groups was below the 5 and 10%E WHO limit for free sugar intake [67]. In the British study by Thane and Bates (2000), there were also no significant differences in the (total) sugar intake of VG compared to OM children [36].

Instead, there were highly significant differences between all groups in the fiber intake per 1000 kcal, with VN children having the highest average intake, followed by VG and finally OM children. This confirms the results of other studies, where VG had higher fiber intakes than OM children [28], although these differences were sometimes not significant [36]. Up to now, there is no German reference intake for dietary fiber for toddlers, but the value of 10 g/1,000 kcal is considered to be attainable [6], which all diet groups in the VeChi Diet Study exceeded. Some VG and VN children of the VeChi Diet Study (VG: 3, VN: 16) even had very high intakes of fiber (30–45 g/day). The Scientific Society for Vegetarian Nutrition (SSVN) recommends limiting fiber intake in early childhood in VN children because in a high-fiber diet, the calorie density of meals is decreased due to the increase in total food volume, and the absorption of protein, fat, and minerals could be impaired [68]. Therefore, if the growth of VN or VG children is inappropriate, a decrease in fiber intake should be considered.

In the VeChi Diet Study, anthropometrics did not significantly differ between the diet groups and indicated on average normal growth in all groups. However, more VN and VG than OM children were classified as stunted or wasted. For interpreting these results, it has to be considered that the WHO Growth Standards describe “how children should grow when not only free of disease but also when reared following healthy practices such as breastfeeding and a non-smoking environment.” These standards “can be used to assess children everywhere, regardless of ethnicity, socioeconomic status and type of feeding” [69]. Therefore, despite the cross-sectional design of our study, the deviations observed in those children who were classified as stunted or wasted represent abnormal

growth. Stunting reflects long-term inadequate dietary intake that could result, amongst other reasons, from an unbalanced VG or VN diet, with a low DED, a low protein or zinc intake, or multiple nutritional deficiencies that interact with other adverse environmental factors (e.g., infections) [51,70].

Regarding these eight children classified as stunted, two had very low reported energy intakes (534 kcal/day and 598 kcal/day, respectively), and both were exclusively breastfed >6 months (7 and 9 months, respectively). An overly long period of exclusively breastfeeding can result in an insufficient intake of complementary foods and inadequate low TEI because, after a certain age, human milk alone cannot supply energy and all nutrients in adequate amounts to meet a child's requirements [71]. Furthermore, one of the two children as well as three other children classified as stunted had parents with a BH (mother: 161 cm, father: 170 cm) below the German average (167 cm and 180–181 cm of 25–55-year-old women or men, respectively) that might have influenced the child's BH. The other child with low energy intake was also categorized as SGA, which is considered a risk factor for stunting [72]. Another stunted child was categorized as SGA, and its birthweight was only slightly above 2500 g (2545 g). The seventh child was exclusively breastfed for twelve months (the eighth child was breastfed for eight months), and it had parents with BHs (mother: 160 cm, father: 178 cm) below the German average. None of the children had been diagnosed with chronic diseases, but we do not have any information of serial infections or inflammations that could have caused the stunting. Other risk factors for stunting were not observed, e.g., smoking during pregnancy or lactation. Protein intake was adequate in all children. Further nutrients, which have been associated with growth, i.e., zinc or iron, have not yet been analyzed.

With the exception of the aforementioned eight children, our findings assume a normal child development indicated by average anthropometrics in the normal range. This is in line with other studies among 1–3-year-old VG and VN children, indicating a tendency to be smaller and lighter—slightly below the 50th percentile of the reference—in comparison to standards [14,27,30,34] and/or no differences on average in comparison to OM children [28,31,33,54,73]. O'Connell et al. (1989) found significant differences between the mean z-scores of height-for-age between VG children (of which 83% were VN) and the US reference population, but only for children ≤5 years. Overall, 8% of the VG children in that study had heights-for-age, 3% weights-for-age, and 1% weights-for-height that were <5th percentile of the reference. On average, weight-for-height was slightly higher than those of the reference population (significant different only ≤5 years and at age 9 years) [14]. This could be at least in part explained by some irregularities within the reference population, e.g., being formula-fed instead of breastfed [68]. However, the use of the WHO Growth Standards results in a higher prevalence of stunting and wasting than the formerly used WHO/National Center for Health Statistics reference [74,75]. As a result, the prevalence of stunted and wasted children observed in the VeChi Diet Study might have been even higher than the prevalence in O'Connell et al. (1989).

Studies with macrobiotic and non-macrobiotic VG children in the US showed anthropometric values in the reference limits [76] or slightly below [72,77,78]. In the Netherlands, macrobiotic VN children exhibited retarded development [79–82]. Due to the fact that a macrobiotic diet, especially practiced in the 1970s and 1980s, obviously differs remarkably from a current VG or VN diet, these groups and their diets are not comparable to the children in our study.

On the other hand, slightly more OM (3.0%) than VG and VN children (2.4% and 2.2%, respectively) were classified as overweight. This is less than in a recent large study in Germany (7.2–8.0% overweight and 3.3–4.6% obese at the age of 1–3 years [83]). VG and VN diets are discussed to be protective against childhood obesity [18,20]. The low prevalence and the marginal difference between the diet groups in our study might be due to the high SES compared to the general German population.

Some strengths and limitation of our study have to be discussed. One major limitation of this study is the proxy-reported BW and BH (by parents or pediatrician). Hence, these data are more vulnerable for bias [84,85]. Furthermore, the cross-sectional design allows for only a glance at food intake and anthropometrics. Nevertheless, follow-up investigations with further examinations (measured anthropometrics, nutrient status in blood and urine) are planned in order to assess the

long-term development of VG and VN compared to OM children. The inclusion of children in the DONALD study resulted in an overrepresentation of participants living in the federal state North Rhine-Westphalia (33.7% of all study participants) where the DONALD study is located. Another limitation is the estimation of breastmilk intake, which is based on reliable data of the DONALD study but is not as exact as weighing the children before and after each breastfeeding. Additionally, a 3-day period of dietary recording has been said to be insufficient to estimate the habitual energy and nutrient intake [86]. Nevertheless, only two days of recording were required for assessing micronutrients such as iron, magnesium, zinc, or ascorbic acid [87]. To increase compliance and not to overburden the parents of very young children, three days of dietary records were considered. Additionally, the classification into the diet groups could be criticized. It is well known from adult studies that measured food intake did not always agree with self-characterization of diet groups [88–91]. Therefore, in the VeChi Diet Study, we mainly focused on parent-reported categorization, which we corrected if animal-derived foods were consumed  $\geq 1$  time/week. This is because a maximum of consuming animal foods three times per month probably does not affect nutrient intake and status, and compromises are being made in the implementation of a vegan diet in everyday life.

A major strength is the large sample within a narrowly defined age group. Due to differences in growth rate and development, and the diverse needs in different stages of childhood, preschool children should not be considered in the same study groups as, e.g., adolescents. Another strength is the relative balance of the study groups with approximately one-third of the participants in each diet group, with only slightly more female than male children and no significant differences in age, urbanicity, SES, estimated physical activity, and birth weight categories. Moreover, we used weighed dietary records because they provide the best estimate for children aged 0.5–4 years [92]. The prospective survey did not depend on the parents' ability to recall the food intake of their children. Parents were instructed to maintain the usual diet, and every protocol was checked for completeness and plausibility. Missing information was immediately collected from parents. As seen in other investigations, underreporting is unlikely (only 1%) in 1–5-year-old children [93]. Furthermore, as VG and VN diets tend to include special foods—e.g., meat substitutes, milk alternatives, special dietary supplements such as protein powder, and fortified products—such a detailed method is essential for dietary surveys in these diet groups. The nutrient database LEBTAB ensures a high accuracy in nutrient intake due to brand-specific estimations of ingredients and nutrient contents by recipe simulation including fortification. The survey period covered all seasons of the year with no significant differences between the study groups, and parents were asked to include weekdays as well as weekends in the record.

## 5. Conclusions

In conclusion, our results indicate that a VG and VN diet in early childhood provides comparable amounts of energy and a macronutrient pattern in accordance with recommendations and can ensure normal growth, as there were no significant differences in proxy-reported anthropometrics compared to OM children of the same age. However, the observed small percentage of VG and VN children in our sample classified as stunted should emphasize the importance of adequate energy and nutrient intake for children on VG and VN diets. Finally, the population of the VeChi Diet Study provides a suitable baseline cohort for future long-term investigations studying the effects of VG and VN diets during childhood, adolescence, and on into adulthood.

**Supplementary Materials:** The following figures and tables are available online at <http://www.mdpi.com/2072-6643/11/4/832/s1>. Figure S1: Flow chart of recruitment of vegetarian (VG), vegan (VN), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study. Table S1: Median breast milk volumes per meal. Table S2: Further sample characteristics of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study by diet group. Table S3: Average intake of energy and macronutrients of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study by diet group. Table S4: Average weight-for-height, height-for-age and weight-for-age z-score of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study by diet group. Table S5: Cross tab of stunted and wasted children of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study. Table S6: Median energy intake categorized by age group of VG, VN, and OM children in the VeChi Diet Study.

**Author Contributions:** Conceptualization, S.W., U.A. and M.K.; data curation, S.W. and U.A.; formal analysis, S.W.; funding acquisition, M.K.; investigation, S.W.; methodology, S.W., U.A. and M.K.; project administration, S.W., U.A. and M.K.; software, S.W. and U.A.; supervision, U.A. and M.K.; validation, S.W.; visualization, S.W.; writing—original draft, S.W.; writing—review and editing, M.H., K.B., U.A. and M.K.

**Acknowledgments:** We wish to thank all members of the VeChi Diet Study staff for collecting and coding the dietary records, especially Nicole Janz, who also participated in the study conception. We would like to sincerely thank all children and their families for their participation in the VeChi Diet Study and the DONALD study. The VeChi Diet Study is funded by the *Erna-Graff-Stiftung für Tierschutz*. The DONALD study is financially supported by the Ministry of Science and Research of North Rhine-Westphalia, Germany.

**Conflicts of Interest:** S.W., M.H., U.A. and K.B. declare no conflict of interest. M.K. is an unsalaried member of the Scientific Advisory Board of ProVeg Germany. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

## References

1. Mensink, G.B.M.; Lage Barbosa, C.; Brettschneider, A.-K. Verbreitung der vegetarischen Ernährungsweise in Deutschland. *JoHM* **2016**, *1*, 2–15. [CrossRef]
2. Pfeiler, T.M.; Egloff, B. Examining the “Veggie” personality. Results from a representative German sample. *Appetite* **2018**, 246–255. [CrossRef] [PubMed]
3. Vegetarierbund (VEBU) Deutschland e. V. Anzahl der Vegetarier in Deutschland. Available online: <https://vebu.de/veggie-fakten/entwicklung-in-zahlen/anzahl-veganer-und-vegetarier-in-deutschland/> (accessed on 11 February 2019).
4. YouGov Deutschland AG. Wer will’s schon vegan. Aktuelle Ernährungsvorlieben und Lieblingsmarken in Deutschland 2014—Typ für Typ. Available online: <https://yougov.de/loesungen/reports/studien/vegan-studie/> (accessed on 11 February 2019).
5. SKOPOS Group. 1,3 Millionen Deutsche Leben Vegan. Available online: <https://www.skopos.de/news/13-millionen-deutsche-leben-vegan.html> (accessed on 11 February 2019).
6. DGE; ÖGE; SGE. *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, 2., Aktualisierte Ausgabe*; Deutsche Gesellschaft für Ernährung; Österreichische Gesellschaft für Ernährung; Schweizerische Gesellschaft für Ernährung: Bonn, Germany, 2016; ISBN 978-3-86528-148-7.
7. Richter, M.; Boeing, H.; Grünewald-Funk, D.; Heseker, H.; Kroke, A.; Leschik-Bonnet, E.; Oberitter, H.; Strohm, D.; Watzl, B. For the German Nutrition Society. Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernähr. Umsch.* **2016**, *63*, 92–102. [CrossRef]
8. Pawlak, R. To vegan or not to vegan when pregnant, lactating or feeding young children. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2017**, *71*, 1259–1262. [CrossRef]
9. Melina, V.; Craig, W.; Levin, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J. Acad. Nutr. Diet* **2016**, *116*, 1970–1980. [CrossRef]
10. Amit, M. Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr. Child. Health* **2010**, *15*, 303–308. [CrossRef]
11. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. Nutritional Aspects of Vegetarian Diets. In *Pediatric Nutrition*, 7th ed.; Kleinman, R.E., Greer, F.R., Eds.; American Academy of Pediatrics: Elk Grove Village, IL, USA, 2014; pp. 241–264. ISBN 978-1-58110-816-3.
12. Schürmann, S.; Kersting, M.; Alexy, U. Vegetarian diets in children: A systematic review. *Eur. J. Nutr.* **2017**, *56*, 1797–1817. [CrossRef] [PubMed]
13. Keller, M.; Müller, S. Vegetarian and vegan diets in children—pre-study with preliminary data. *Ann. Nutr. Metab.* **2015**, 1–601. [CrossRef]
14. O’Connell, J.M.; Dibley, M.J.; Sierra, J.; Wallace, B.; Marks, J.S.; Yip, R. Growth of vegetarian children: The Farm Study. *Pediatrics* **1989**, *84*, 475–481. [PubMed]
15. Giugliani, E.R.J. Growth in exclusively breastfed infants. *J. Pediatr.* **2019**, *95*, 79–84. [CrossRef]
16. Kristensen, N.B.; Madsen, M.L.; Hansen, T.H.; Allin, K.H.; Hoppe, C.; Fagt, S.; Lausten, M.S.; Gobel, R.J.; Vestergaard, H.; Hansen, T.; et al. Intake of macro- and micronutrients in Danish vegans. *Nutr. J.* **2015**, *14*, 115. [CrossRef]
17. Nathan, I.; Hackett, A.F.; Kirby, S. A longitudinal study of the growth of matched pairs of vegetarian and omnivorous children, aged 7–11 years, in the north-west of England. *Eur. J. Clin. Nutr.* **1997**, *51*, 20–25. [CrossRef]

18. Sabate, J.; Wien, M. Vegetarian diets and childhood obesity prevention. *Am. J. Clin. Nutr.* **2010**, *91*, 1525–1529. [[CrossRef](#)]
19. Turner-McGrievy, G.; Mandes, T.; Crimarco, A. A plant-based diet for overweight and obesity prevention and treatment. *J. Geriatr. Cardiol.* **2017**, *14*, 369–374. [[CrossRef](#)]
20. Newby, P.K. Plant foods and plant-based diets: Protective against childhood obesity? *Am. J. Clin. Nutr.* **2009**, *89*, 1572S–1587S. [[CrossRef](#)]
21. Fewtrell, M.; Bronsky, J.; Campoy, C.; Domellof, M.; Embleton, N.; Fidler Mis, N.; Hojsak, I.; Hulst, J.M.; Indrio, F.; Lapillonne, A.; et al. Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **2017**, *64*, 119–132. [[CrossRef](#)]
22. Sobiecki, J.G.; Appleby, P.N.; Bradbury, K.E.; Key, T.J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutr. Res.* **2016**, *36*, 464–477. [[CrossRef](#)]
23. Rizzo, N.S.; Jaceldo-Siegl, K.; Sabate, J.; Fraser, G.E. Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns. *J. Acad. Nutr. Diet* **2013**, *113*, 1610–1619. [[CrossRef](#)]
24. Elorinne, A.L.; Alfthan, G.; Erlund, I.; Kivimaki, H.; Paju, A.; Salminen, I.; Turpeinen, U.; Voutilainen, S.; Laakso, J. Food and Nutrient Intake and Nutritional Status of Finnish Vegans and Non-Vegetarians. *PLoS ONE* **2016**, *11*, e0148235. [[CrossRef](#)]
25. Schüpbach, R.; Wegmüller, R.; Berguerand, C.; Bui, M.; Herter-Aeberli, I. Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *Eur. J. Nutr.* **2017**, *56*, 283–293. [[CrossRef](#)]
26. Davey, G.K.; Spencer, E.A.; Appleby, P.N.; Allen, N.E.; Knox, K.H.; Key, T.J. EPIC-Oxford: Lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31,546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr.* **2003**, *6*, 259–269. [[CrossRef](#)]
27. Sanders, T.A. Growth and development of British vegan children. *Am. J. Clin. Nutr.* **1988**, *48*, 822–825. [[CrossRef](#)]
28. Ambroszkiewicz, J.; Laskowska-Klita, T.; Klemarczyk, W. Low levels of osteocalcin and leptin in serum of vegetarian prepubertal children [Abstract]. *Med. Wieku Rozwoj* **2003**, *7*, 587–591.
29. Laskowska-Klita, T.; Chelchowska, M.; Ambroszkiewicz, J.; Gajewska, J.; Klemarczyk, W. The effect of vegetarian diet on selected essential nutrients in children. *Med. Wieku Rozwoj* **2011**, *15*, 318–325.
30. Fulton, J.R.; Hutton, C.W.; Stitt, K.R. Preschool vegetarian children. Dietary and anthropometric data [Abstract]. *J. Am. Diet Assoc.* **1980**, *76*, 360–365. [[PubMed](#)]
31. Ambroszkiewicz, J.; Klemarczyk, W.; Gajewska, J.; Chelchowska, M.; Laskowska-Klita, T. Serum concentration of biochemical bone turnover markers in vegetarian children. *Adv. Med. Sci.* **2007**, *52*, 279–282.
32. Taylor, A.; Redworth, E.W.; Morgan, J.B. Influence of diet on iron, copper, and zinc status in children under 24 months of age. *Biol Trace Elem. Res.* **2004**, *97*, 197–214. [[CrossRef](#)]
33. Gorczyca, D.; Prescha, A.; Szeremeta, K. Impact of vegetarian diet on serum immunoglobulin levels in children. *Clin. Pediatr.* **2013**, *52*, 241–246. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Sanders, T.A.; Purves, R. An anthropometric and dietary assessment of the nutritional status of vegan preschool children [Abstract]. *J. Hum. Nutr.* **1981**, *35*, 349–357. [[PubMed](#)]
35. Ambroszkiewicz, J.; Klemarczyk, W.; Chelchowska, M.; Gajewska, J.; Laskowska-Klita, T. Serum homocysteine, folate, vitamin B12 and total antioxidant status in vegetarian children. *Adv. Med. Sci.* **2006**, *51*, 265–268.
36. Thane, C.W.; Bates, C.J. Dietary intakes and nutrient status of vegetarian preschool children from a British national survey. *J. Hum. Nutr. Diet* **2000**, *13*, 149–162. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Koebnick, C.; Garcia, A.L.; Dagnelie, P.C.; Strassner, C.; Lindemans, J.; Katz, N.; Leitzmann, C.; Hoffmann, I. Long-term consumption of a raw food diet is associated with favorable serum LDL cholesterol and triglycerides but also with elevated plasma homocysteine and low serum HDL cholesterol in humans. *J. Nutr.* **2005**, *135*, 2372–2378. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
38. Kroke, A.; Manz, F.; Kersting, M.; Remer, T.; Sichert-Hellert, W.; Alexy, U.; Lentze, M.J. The DONALD Study. History, current status and future perspectives. *Eur. J. Nutr.* **2004**, *43*, 45–54. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
39. Hilbig, A.; Drossard, C.; Kersting, M.; Alexy, U. Nutrient Adequacy and Associated Factors in a Nationwide Sample of German Toddlers. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **2015**, *61*, 130–137. [[CrossRef](#)]

40. Sichert-Hellert, W.; Kersting, M.; Chahda, C.; Schäfer, R.; Kroke, A. German food composition database for dietary evaluations in children and adolescents. *J. Food. Compos. Anal.* **2007**, *20*, 63–70. [CrossRef]
41. Hölling, H.; Schlack, R.; Kamtsiuris, P.; Butschalowsky, H.; Schlaud, M.; Kurth, B.M. Die KiGGS-Studie. Bundesweit repräsentative Längs- und Querschnittstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen im Rahmen des Gesundheitsmonitorings am Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* **2012**, *55*, 836–842. [CrossRef]
42. Winkler, J.; Stolzenberg, H. *Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) 2003/2006*; Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften: Wismar, Germany, 2009; ISBN 978-3-939159-76-6.
43. Knopf, H.; Hölling, H.; Huss, M.; Schlack, R. Prevalence, determinants and spectrum of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) medication of children and adolescents in Germany: Results of the German Health Interview and Examination Survey (KiGGS). *BMJ Open* **2012**, *2*, e000477. [CrossRef]
44. Fenton, T.R.; Kim, J.H. A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. *BMC Pediatr.* **2013**, *13*, 59. [CrossRef]
45. World Health Organization. *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. REPORT of a WHO Expert Committee*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1995; ISBN 92-4-120854-6.
46. Fernando, N.N.T.; Campbell, K.J.; McNaughton, S.A.; Zheng, M.; Lacy, K.E. Predictors of Dietary Energy Density among Preschool Aged Children. *Nutrients* **2018**, *10*, 178. [CrossRef]
47. World Health Organization (WHO). Child Growth Standards. WHO Anthro (Version 3.2.2, January 2011) and Macros. Available online: <http://www.who.int/childgrowth/software/en/> (accessed on 6 September 2017).
48. World Health Organization. *Training Course on Child Growth Assessment. Module C: Interpreting Growth Indicators*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2008; ISBN 978-92-4-159507-0.
49. World Health Organization. *Child Growth Standards: Length/Height-for-Age, Weight-for-Age, Weight-for-Length, Weight-for-Height and Body Mass Index-for-Age: Methods and Development*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2006; ISBN 92-4-15-4693-X.
50. Richard, S.A.; Black, R.E.; Checkley, W. Revisiting the relationship of weight and height in early childhood. *Adv. Nutr.* **2012**, *3*, 250–254. [CrossRef] [PubMed]
51. Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2007; ISBN 9241209356.
52. Pallant, J. *SPSS Survival Manual. A Step by Step Guide to Data Analysis Using SPSS for Windows*, 3rd ed.; Open University Press: Maidenhead, UK, 2007; ISBN 0335223664.
53. DGE; ÖGE; SGE; SVE. *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Aufl., 2. akt. Ausgabe*; Neuer Umschau Buchverlag: Bonn, Germany, 2016; ISBN 3887492420.
54. Gorczyca, D.; Prescha, A.; Szeremeta, K.; Jankowski, A. Iron status and dietary iron intake of vegetarian children from Poland. *Ann. Nutr. Metab.* **2013**, *62*, 291–297. [CrossRef]
55. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy. *EFSA J.* **2013**, *11*, 3005. [CrossRef]
56. Henry, C.J.K. Basal metabolic rate studies in humans: Measurement and development of new equations. *Public Health Nutr.* **2005**, *8*, 1133–1152. [CrossRef]
57. Alexy, U.; Hilbig, A. Are Belgian toddlers over-eating? *Eur. J. Nutr.* **2017**, *56*, 445–446. [CrossRef]
58. Mangels, A.R.; Messina, V. Considerations in planning vegan diets: Infants. *J. Am. Diet Assoc.* **2001**, *101*, 670–677. [CrossRef]
59. Institute of Medicine of the National Academies. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids (Macronutrients)*; The National Academies Press: Washington, DC, USA, 2005; ISBN 978-0-309-08525-0.
60. Michaelsen, K.F.; Greer, F.R. Protein needs early in life and long-term health. *Am. J. Clin. Nutr.* **2014**, *99*, 718S–722S. [CrossRef]
61. Kamper, A.-L.; Strandgaard, S. Long-Term Effects of High-Protein Diets on Renal Function. *Annu. Rev. Nutr.* **2017**, *37*, 347–369. [CrossRef]
62. Van Elswyk, M.E.; Weatherford, C.A.; McNeill, S.H. A Systematic Review of Renal Health in Healthy Individuals Associated with Protein Intake above the US Recommended Daily Allowance in Randomized Controlled Trials and Observational Studies. *Adv. Nutr.* **2018**, *9*, 404–418. [CrossRef]

63. Agostoni, C.; Decsi, T.; Fewtrell, M.; Goulet, O.; Kolacek, S.; Koletzko, B.; Michaelsen, K.F.; Moreno, L.; Puntis, J.; Rigo, J.; et al. Complementary feeding: A commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **2008**, *46*, 99–110. [[CrossRef](#)]
64. Agostoni, C.; Scaglioni, S.; Ghisleni, D.; Verduci, E.; Giovannini, M.; Riva, E. How much protein is safe? *Int. J. Obes.* **2005**, *29* (Suppl. S2), S8–S13. [[CrossRef](#)]
65. Wolfram, G.; Bechthold, A.; Boeing, H.; Ellinger, S.; Hauner, H.; Kroke, A.; Leschik-Bonnet, E.; Linseisen, J.; Lorkowski, S.; Schulze, M.; et al. Evidence-Based Guideline of the German Nutrition Society: Fat Intake and Prevention of Selected Nutrition-Related Diseases. *Ann. Nutr. Metab.* **2015**, *67*, 141–204. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
66. Hauner, H.; Bechthold, A.; Boeing, H.; Brönstrup, A.; Buyken, A.; Leschik-Bonnet, E.; Linseisen, J.; Schulze, M.; Strohm, D.; Wolfram, G. Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: Carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases. *Ann. Nutr. Metab.* **2012**, *60*, 1–58. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
67. World Health Organization. *Sugar Intake for Adult and Children. Guideline*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2015; ISBN 9241549025.
68. Baroni, L.; Goggi, S.; Battaglino, R.; Berveglieri, M.; Fasan, I.; Filippin, D.; Griffith, P.; Rizzo, G.; Tomasini, C.; Tosatti, M.A.; et al. Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *Nutrients* **2018**, *11*. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
69. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr. Suppl.* **2006**, *450*, 76–85. [[CrossRef](#)]
70. Prendergast, A.J.; Humphrey, J.H. The stunting syndrome in developing countries. *Paediatr. Int. Child. Health* **2014**, *34*, 250–265. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
71. Dewey, K.G. Nutrition, Growth, and Complementary Feeding of The Breastfed Infant [Abstract]. *Pediatr. Clin. N. Am.* **2001**, *48*, 87–104. [[CrossRef](#)]
72. Dwyer, J.T.; Andrew, E.M.; Valadian, I.; Reed, R.B. Size, obesity, and leanness in vegetarian preschool children [Abstract]. *J. Am. Diet Assoc.* **1980**, *77*, 434–439. [[PubMed](#)]
73. Gorczyca, D.; Paściak, M.; Szponar, B.; Gamian, A.; Jankowski, A. An impact of the diet on serum fatty acid and lipid profiles in Polish vegetarian children and children with allergy. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2011**, *65*, 191–195. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
74. Kerac, M.; Blencowe, H.; Grijalva-Eternod, C.; McGrath, M.; Shoham, J.; Cole, T.J.; Seal, A. Prevalence of wasting among under 6-month-old infants in developing countries and implications of new case definitions using WHO growth standards: A secondary data analysis. *Arch. Dis. Child* **2011**, *96*, 1008–1013. [[CrossRef](#)]
75. Martorell, R.; Young, M.F. Patterns of stunting and wasting: Potential explanatory factors. *Adv. Nutr.* **2012**, *3*, 227–233. [[CrossRef](#)]
76. Dwyer, J.T.; Dietz, W.H., Jr.; Andrews, E.M.; Suskind, R.M. Nutritional status of vegetarian children. *Am. J. Clin. Nutr.* **1982**, *35*, 204–216. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
77. Dwyer, J.T.; Palombo, R.; Valadian, I.; Reed, R.B. Preschoolers on alternate life-style diets. Associations between size and dietary indexes with diets limited in types of animal foods [Abstract]. *J. Am. Diet Assoc.* **1978**, *72*, 264–270. [[PubMed](#)]
78. Dwyer, J.T.; Andrew, E.M.; Berkey, C.; Valadian, I.; Reed, R.B. Growth in “new” vegetarian preschool children using the Jemss-Bayley curve fitting technique. *Am. J. Clin. Nutr.* **1983**, *37*, 815–827. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
79. Dagnelie, P.C.; van Staveren, W.A.; Verschuren, S.A.; Hautvast, J.G. Nutritional status of infants aged 4 to 18 months on macrobiotic diets and matched omnivorous control infants: A population-based mixed-longitudinal study. I. Weaning pattern, energy and nutrient intake. *Eur. J. Clin. Nutr.* **1989**, *43*, 311–323. [[PubMed](#)]
80. Dagnelie, P.C.; Vergote, F.J.; van Staveren, W.A.; van den Berg, H.; Dingjan, P.G.; Hautvast, J.G. High prevalence of rickets in infants on macrobiotic diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **1990**, *51*, 202–208. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
81. Dagnelie, P.C.; van Staveren, W.A. Macrobiotic nutrition and child health: Results of a population-based, mixed-longitudinal cohort study in The Netherlands. *Am. J. Clin. Nutr.* **1994**, *59*, 1187–1196. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
82. Van Staveren, W.A.; Dagnelie, P.C. Food consumption, growth, and development of Dutch children fed on alternative diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **1988**, *48*, 819–821. [[CrossRef](#)]

83. Geserick, M.; Vogel, M.; Gausche, R.; Lipek, T.; Spielau, U.; Keller, E.; Pfaffle, R.; Kiess, W.; Korner, A. Acceleration of BMI in Early Childhood and Risk of Sustained Obesity. *N. Engl. J. Med.* **2018**, *379*, 1303–1312. [[CrossRef](#)]
84. Himes, J.H. Challenges of accurately measuring and using BMI and other indicators of obesity in children. *Pediatrics* **2009**, *124*. [[CrossRef](#)]
85. Huybrechts, I.; Himes, J.H.; Ottevaere, C.; de Vriendt, T.; de Keyzer, W.; Cox, B.; van Trimpont, I.; de Bacquer, D.; de Henauw, S. Validity of parent-reported weight and height of preschool children measured at home or estimated without home measurement: A validation study. *BMC Pediatrics* **2011**, *11*, 63. [[CrossRef](#)]
86. Nelson, M.; Black, A.E.; Morris, J.A.; Cole, T.J. Between- and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: Estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision. *Am. J. Clin. Nutr.* **1989**, *50*, 155–167. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
87. Lanigan, J.A.; Wells, J.C.K.; Lawson, M.S.; Cole, T.J.; Lucas, A. Number of days needed to assess energy and nutrient intake in infants and young children between 6 months and 2 years of age. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2004**, *58*, 745–750. [[CrossRef](#)]
88. Haddad, E.H.; Tanzman, J.S. What do vegetarians in the United States eat? *Am. J. Clin. Nutr.* **2003**, *78*, 626S–632S. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
89. White, R.F.; Seymour, J.; Frank, E. Vegetarianism among US women physicians. *J. Am. Diet Assoc.* **1999**, *99*, 595–598. [[CrossRef](#)]
90. Bedford, J.L.; Barr, S.I. Diets and selected lifestyle practices of self-defined adult vegetarians from a population-based sample suggest they are more 'health conscious'. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2005**, *2*, 4. [[CrossRef](#)]
91. Barr, S.I.; Chapman, G.E. Perceptions and practices of self-defined current vegetarian, former vegetarian, and nonvegetarian women. *J. Am. Diet Assoc.* **2002**, *102*, 354–360. [[CrossRef](#)]
92. Burrows, T.L.; Martin, R.J.; Collins, C.E. A systematic review of the validity of dietary assessment methods in children when compared with the method of doubly labeled water. *J. Am. Diet Assoc.* **2010**, *110*, 1501–1510. [[CrossRef](#)]
93. Sichert-Hellert, W.; Kersting, M.; Schöch, G. Underreporting of energy intake in 1 to 18 year old German children and adolescents. *Z. Ernährungswiss* **1998**, *37*, 242–251. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]



© 2019 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Original Article

## Intake of Micronutrients and Fatty Acids of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1-3 Years) in Germany (VeChi Diet Study)

Stine Weder<sup>1,2</sup>, Markus Keller<sup>1</sup>, Morwenna Fischer<sup>3</sup>, Katja Becker<sup>2</sup>, Ute Alexy<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Plant-Based Nutrition, 35444 Biebertal, Germany, ORCID: S. Weder 0000-0001-5360-1940, M. Keller 0000-0001-5789-6280;

<sup>2</sup>Biochemistry and Molecular Biology, Interdisciplinary Research Center, Justus Liebig University Giessen, 35392 Giessen, Germany, ORCID: 0000-0003-4673-3675;

<sup>3</sup>45525 Hattingen, Germany;

<sup>4</sup>Corresponding author: IEL-Nutritional Epidemiology, DONALD Study, University of Bonn, Heinstück 11, 44225 Dortmund, Germany, E-Mail: alexy@uni-bonn.de, Tel.: +49-231-79221016, ORCID: 0000-0002-1488-5175.

### Abstract

**Purpose:** There is an ongoing debate whether vegetarian (VG) and especially vegan (VN) diets are nutritionally adequate in early childhood. Hence, the Vegetarian and Vegan Children Study (VeChi Diet Study) aimed to assess the food and nutrient intake of VG and VN infants.

**Methods:** The study examined the diets of 1-3-year-old VG, VN, and omnivorous (OM) children (n = 430). Dietary intake was assessed via a 3-day weighed dietary record and compared between groups using ANCOVA. Lifestyle data were collected using a questionnaire. Here, the results of micronutrient and fatty acid intakes are presented.

**Results:** Most nutrient intakes (with and without supplements) differed significantly between VN children and the two other groups, with a more favourable overall micronutrient intake of VN, followed by VG children, (e.g., the highest intake of vitamin E [8.3 mg/d vs. VG 7.4 mg/d and OM 5.1 mg/d], vitamin B<sub>1</sub> [569 µg/d vs. VG 513 µg/d and OM 481 µg/d], folate [143 µg/d vs. VG 116 µg/d and OM 108 µg/d], magnesium [241 mg/d vs. VG 188 mg/d and OM 164 mg/d], and iron [8.9 mg/d vs. VG 7.3 mg/d and OM 6.0 mg/d]) as well as fat quality (highest intake of polyunsaturated fatty acids [8.7 %E vs. VG 6.9 %E and OM 4.5 %E] and lowest intake of saturated fatty acids [9.1 %E vs. VG 11.9 %E and OM 14.0 %E]). In contrast, OM children had the highest intake of vitamin B<sub>2</sub> (639 µg/d vs. VG 461 µg/d and VN 429 µg/d), calcium (445 mg/d vs. VG 399 mg/d and VN 320 mg/d), iodine (46.7 µg/d vs. VG 33.2 µg/d and VN 31.4 µg/d), and DHA (35.4 mg/d vs. VG 16.6 mg/d and VN 18.4 mg/d). Without supplementation, OM children had the highest average vitamin B<sub>12</sub> intake (1.5 µg/d vs. VG 0.6 µg/d and VN 0.2 µg/d), whereas VN children had the highest average vitamin B<sub>12</sub> intake with supplementation (73.8 µg/d vs. VG 1.3 µg/d and OM 1.7 µg/d). Without supplementation, none of the groups' median intakes met the DRV for vitamin D, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, calcium, and iodine. Additionally, VN children did not achieve the DRV for vitamin B<sub>12</sub>; VG children for vitamin B<sub>12</sub>, and iron; and OM children for folate, and iron on average.

**Conclusion:** In early childhood, VN and VG diets can provide most micronutrients in desirable amounts and a preferable fat quality compared with an OM diet. Special focus should be paid to (potentially) critical nutrients, in particular vitamin D, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, calcium, iron, iodine,

and DHA for all children, irrespective of diet; additionally, vitamin B<sub>12</sub> for VG and VN children, as well as folate for OM children.

**Registration:** The study was registered at the German Clinical Trials Register (DRKS00010982) on September 2<sup>nd</sup> 2016).

**Keywords:** vegetarian, vegan, children, critical nutrients, micronutrients, fatty acids

### Acknowledgements

The authors would like to thank all children and their families for their participation in the VeChi Diet Study and the DONALD study. In addition, we are grateful to all members of the study staff for collecting and coding the dietary records, especially Nicole Janz, who was also involved in the study concept. We also like to thank the *Erna Graff Stiftung für Tierschutz* (Erna Graff Foundation for Animal Protection), Berlin, that funded the VeChi Diet Study.

### Introduction

Vegetarian (VG, excluding meat and fish) and vegan (VN, excluding all animal foods) diets have become increasingly popular recently [1]. Nevertheless, only a few studies have investigated the food intake, nutrient status, and health of VG and VN children. These studies were heterogeneous, mostly cross-sectional, and of small sample sizes. Furthermore, they were mainly from the 1970s to 1990s [2, 3]. Since then, the food market has changed, e.g., offering more dairy or meat alternatives and dietary supplements. Hence, new studies are needed to estimate the food and nutrient intake of children on a modern VG or VN diet.

Only four studies examined the micronutrient intake of VG, VN, and OM children during the last 10 years [4–7]. Potential critical micronutrients identified in these studies are calcium, sometimes iron, and vitamin D for **VG children**. However, they mostly had a higher intake of vitamin E, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin C, magnesium, but lower intakes of vitamin B<sub>2</sub>, vitamin B<sub>12</sub> (without supplements), and zinc, sometimes additionally (pro)vitamin A, and folate than OM subjects [4, 6, 8–16]. The intake of saturated fatty acids (SFA) [4, 5] and dietary cholesterol [5] of VG children was lower, and of polyunsaturated fatty acids (PUFA) [4] was higher than in OM subjects.

**VN children** generally met the recommended intakes of essential nutrients in older studies [17, 18]. In one study, they did not reach the recommendations for vitamin B<sub>12</sub> [17], in two studies those for vitamin D [18, 19], in all three studies for calcium [17–19]. In the study by Sanders and Purves (1981) as well as in the follow-up in 1988 [19], a few VN children had a low intake of vitamin B<sub>2</sub> and vitamin B<sub>12</sub> [18]. VN children had a higher intake of linoleic acid (LA), a high ratio of LA:α-linolenic acid (ALA), and PUFA, but a lower intake of SFA compared to OM children [17]. None of these rather outdated studies examined the nutrient status of VN children, and also the contribution of supplements to the nutrient intake has not been evaluated in detail. In more recent studies with VN children, they had higher intakes of vitamin E [4], β carotene equivalents [6], vitamin B<sub>1</sub> [4], vitamin C [4, 6], folate [4–6], magnesium [4, 6], zinc [4, 5], iron [4–6], MUFA [4, 5], and PUFA [4–6], but lower intakes of vitamin B<sub>2</sub> [4], vitamin B<sub>12</sub> (without supplements) [4, 6], vitamin D [6], calcium [4, 6], SFA [4–6], and dietary cholesterol [5, 6] than VG and/or OM children.

The nutrient status of **VG children** in most studies was generally normal [5, 9, 10, 14, 20, 21]. In some studies, the status of vitamin B<sub>12</sub> (without supplements) [6], vitamin D [11, 13], iron [9, 15,

21], or zinc [5] was lower than the cut-offs and/or OM children. Regarding blood lipids, VG had lower average total-cholesterol (C) [6, 22], LDL-C [22], HDL-C [6], but higher VLDL-C [6], and triglycerides [6, 22] compared to OM children. In other studies the blood lipids did not differ in comparison to OM participants [4, 5] or were within the reference ranges [10].

Regarding nutrient status, **VN children** had higher folate concentrations [4, 5], but lower status markers for iron [4, 6], vitamin A [5], vitamin D [5, 6], and vitamin B<sub>12</sub> (without supplements) in some studies [6]. Regarding blood lipids, VN children had lower DHA [5], triglyceride [4], HDL-C [5, 6], non-HDL-C [4], LDL-C [4–6], and total-C [5, 6] concentrations than VG and/or OM children. However, in the VeChi Youth Study, albeit the higher iron intake, there were no significant differences in blood concentrations of haemoglobin between VN, VG, and OM participants. Nevertheless, VN subjects had lower ferritin concentrations compared to that of OM children, but mostly in the normal range. Furthermore, no significant differences in blood concentrations of vitamin B<sub>2</sub> and 25-OH vitamin D<sub>3</sub> were found between the groups. Additionally, VG and *not* VN participants had lower vitamin B<sub>12</sub> status markers than OM subjects on average [4].

Dietary habits appear to vary by age group and country. Hence, the overall aim of the Vegetarian and Vegan Children Study (VeChi Diet Study) was to examine the food and nutrient intake of 430 VG, VN, and OM children aged 1-3 years in Germany. Results on anthropometric data and macronutrient intakes have been published recently [23]. The present paper describes the micronutrient and fat intake and assesses the nutrient adequacy of the three diet groups.

## Subjects and Methods

### Study population

The VeChi Diet Study is a cross-sectional study collecting data on diet, lifestyle, body weight (BW), and body height (BH) from VG, VN, and OM children. The study was conducted from October 2016 to April 2018 throughout Germany. Study design, sample size calculation, recruitment, and initial results are described elsewhere in detail [23]. In short, the study population consisted of 127 VG, 139 VN, and 164 OM children aged 1–3 years (Fig. S1). Families were recruited mainly via the study website ([www.vechi-studie.de](http://www.vechi-studie.de)), VN/VG/child nutrition Facebook groups, a mailing list of the Giessen University, magazines and journals, VN/VG websites, day care centers, and VN/VG conventions. Furthermore, participating families were asked to recruit friends of their children. The subjects were without diagnosed diseases that could affect the studied variables. In addition, diets with predominantly uncooked (raw) food ( $\geq 70\%$ ) were excluded.

The observational and non-invasive VeChi Diet Study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and its latter amendments. It was approved by the Ethics Committee of the University of Bonn (046/17). All examinations were performed with parental written consent.

### Diet group classification

Parents were asked in an online questionnaire: “Is your child raised

- vegetarian (no meat, sausage, or fish, but with dairy products and/or eggs),
- vegan (no meat, sausage, fish, dairy products, or eggs), or
- omnivorous (with meat and/or sausage and/or fish)?”

Parents of VG or VN children were asked whether there are exceptions in food intake. Accordingly, VG and VN children who usually eat meat or fish  $\geq 1$  time/week were reclassified as OM (2.1%: 8 VG, 1 VN). VN who usually eat dairy products and/or eggs  $\geq 1$  time/week were categorized as VG (5.6%: 24 VN).

### **Dietary assessment**

Dietary intake was assessed using weighed dietary records (paper-pencil) during three consecutive days (weekdays and weekends). The parents weighed and recorded all foods, beverages, and supplements consumed by the participating children, as well as plate waste, to the nearest gram using their own electronic kitchen scales. When exact weighing was not possible —e.g., in case of eating out— household measures (e.g., spoons, cups) and a photo booklet with foods in toddlers' portion sizes [24], supplemented with special VG and VN foods, allowed semi-quantitative recording. Besides written information on dietary recording, a video tutorial was provided on the study website. The protocols were returned by mail or email. The study staff assessed missing data, requesting the information from the parents via email. When children ate at a day care, parents were asked to contact the caterer for the recipes. When recipes were not available, they were simulated. As the measurement of individual breast milk intakes was not possible, breast milk amounts were estimated by multiplying the numbers of breast meals with age-specific amounts of breast milk meal volumes (for details see [23]). Energy and nutrient intakes were calculated using the nutrient food composition database LEHTAB. In this database, the composition of staple foods is based on the standard German food composition tables BLS 3.02. The energy and nutrient contents of commercial food products, i.e., processed foods and ready-to-eat-meals or snack foods, were estimated by recipe simulation using labelled ingredients and nutrient contents [25]. LEHTAB is continuously updated by adding those products or supplements recorded by study participants. Supplements were included in the calculation of the individual nutrient intake, with the exact composition and dosage, as supplementation in particular of vitamin B<sub>12</sub> is recommended for vegans [26–29].

### **Assessment of covariables**

Data on sociodemographic variables, lifestyle, and further variables, e.g. birth weight, were collected via an online questionnaire. Reported BW and BH were either proxy assessed by the parents or by a paediatrician during the last paediatric check-up. Sex-specific weight-for-height, height-for-age, and weight-for-age z-scores were calculated using WHO Anthro version 3.2.2 for SPSS [30]. Socioeconomic status (SES) was calculated according to [31]. Physical activity was categorized into active or very active (i.e., “playing outside” and/or “attendance in play/sport groups”  $\geq 4$ –7 times per week) or less active ( $< 4$  times/week).

### **Data analysis and statistics**

Statistical analysis was performed with SPSS Version 20 (IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA). Energy and nutrient intake (with and without dietary supplements) were calculated as individual means of the three recorded days (kcal, mg, or  $\mu\text{g}/\text{d}$ ). Fortified foods, e.g., multivitamin juices, fortified ready-to-eat cereals, and plant oils fortified with DHA, were included in the food intake. Fatty acids were additionally calculated as percentage of energy intake (%E). Nutrient intake was compared to the German dietary reference values (DRV).

Participants' characteristics are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD) for the variables with a normal distribution. For non-normally-distributed variables, median and interquartile ranges (IQRs) are presented. Differences in categorical characteristics between diet groups were tested using Chi<sup>2</sup> test or Fisher's exact test. For continuous characteristics, ANOVA for parametric or the Kruskal-Wallis test for non-parametric data was applied. In the case of significant differences, pairwise Bonferroni *post hoc* tests (parametric) or Mann-Whitney U tests (non-parametric data) were applied.

Continuous variables were included in the analysis of covariance (ANCOVA) as covariates (children's age [years], breastmilk intake [g/day], paternal BMI [kg/m<sup>2</sup>], socioeconomic status [Winkler index], weight-for-height z-score). Categorical variables were included as fixed factors (sex, physical activity, season). In case of unequal categorical variables (e.g. urbanicity) these variables were dummy coded. Total energy intake (TEI) was only considered as a confounder for variables that were not calculated as %E. In the basic model, sex and age were included. Then, each covariate was checked separately for interaction effects with sex and age. Those covariates or interactions with a  $p \leq 0.1$  and/or a partial eta squared ( $\eta^2$ )  $\geq 0.06$  were added to the model. The backward method was used to build the fully adjusted model with the same criteria ( $p \leq 0.1$  and/or partial  $\eta^2 \geq 0.06$ ). If heterogeneity of variances, as an assumption of ANCOVA, was violated for the fully adjusted model, simple bootstrap ANCOVA with 1000 samples and bias-corrected accelerated (BCa) 95% confidence intervals (CI) were calculated.

Data transformations ( $\log[x]$ ,  $\log[x+1]$ , square root $[x]$ ) were applied if assumptions of ANCOVA were violated. Due to a high number of tests, the chance of type I errors had to be reduced. Consequently,  $p \leq 0.001$  is considered as statistical significant. An  $\eta^2 \geq 0.01$  is interpreted as small,  $\eta^2 \geq 0.06$  as medium, and  $\eta^2 \geq 0.14$  as large effect sizes [32].

Sensitivity analyses without outliers (modulus of standardized residuals  $> 3$ ) were carried out. Results are presented in case of remarkable differences to the main analysis.

Due to the skewness of the data and the resulting violation of assumptions, ANCOVA of the vitamin B<sub>12</sub> and vitamin D intake could not be conducted. Instead, the vitamin B<sub>12</sub> and D intakes were adjusted for 4.184 MJ (= 1000 kcal)/day and tested for differences with a Kruskal-Wallis and a Dunn-Bonferroni *Post-Hoc* test. Effect size  $r$  is calculated with  $r = \left| \frac{z}{\sqrt{n}} \right|$ .

## Results

### Sample characteristics

Sample characteristics are presented in Table 1. The diet groups did not differ concerning age, sex, TEI, weight-for-height, height-for-age, and weight-for-age z-score, and estimated breastmilk intake. The age of the study participants ranged from 0.9-4.3 years and 51.9% were boys (not shown). The majority of families lived in metropolitan or medium-sized urban cities. The median SES was high with no significant differences between the three groups. There were no significant differences in the percentage of children who had ever been breastfed between the diet groups according to the questionnaire. Overall, average energy intake from breastmilk was low but differed significantly between the groups (VN  $13.4 \pm 18.5$  kcal/d, VG  $7.2 \pm 14.6$  kcal/d, OM  $2.3 \pm 9.0$  kcal/d,  $p < 0.001$ ). The proportion of children using any dietary supplement during

the three recorded days (VN 97.1% vs. VG 53.5% and OM 40.2%) and of vitamin B<sub>12</sub> supplements (VN 97.1% vs. VG 35.4% and OM 7.9%) were highest among VN children.

### Micronutrient intake

Intake of **vitamin A** (retinol-equivalents) and  $\beta$ -carotene did not differ significantly between the three diet groups in the fully adjusted model (Tables 2, S1 and S2). VN children had the highest intake of vitamin E (8.3 mg/d vs. VG 7.4 mg/d and OM 5.1 mg/d), vitamin K (VN 82  $\mu$ g/d vs. VG 67  $\mu$ g/d and OM 46  $\mu$ g/d), vitamin B<sub>1</sub> (569  $\mu$ g/d vs. VG 513  $\mu$ g/d and OM 481  $\mu$ g/d), vitamin B<sub>6</sub> (VN 0.8 mg/d vs. VG 0.7 mg/d and OM 0.7 mg/d), folate (143  $\mu$ g/d vs. VG 116  $\mu$ g/d and OM 108  $\mu$ g/d), and vitamin C (63 mg/d vs. VG 54 mg/d and OM 45 mg/d). In contrast, OM children had the highest intake of vitamin B<sub>2</sub> (639  $\mu$ g/d vs. VG 461  $\mu$ g/d and VN 429  $\mu$ g/d) and vitamin B<sub>12</sub> (VN 0.2  $\mu$ g/d vs. VG 0.6  $\mu$ g/d vs. OM 1.5  $\mu$ g/d) (all  $p < 0.0001$ , partial  $\eta^2 = 0.07$ -0.20). Between VG and OM children, there were only significant differences in the intake of vitamin E and B<sub>2</sub>. Including supplementation, vitamin B<sub>12</sub> and vitamin D intake differed significantly between VN and VG as well as VN and OM children. The effect sizes were medium to high for vitamin B<sub>12</sub> ( $r > 0.3$  and  $r > 0.5$ , respectively) and weak to medium for vitamin D ( $r > 0.1$  and  $r > 0.3$ , respectively). Without supplementation, vitamin D intake did not differ significantly between the groups (VN 0.7  $\mu$ g/4.184 MJ/d vs. VG 0.8  $\mu$ g/4.184 MJ/d and OM 0.8  $\mu$ g/4.184 MJ/d) (unadjusted non-parametric tests). For **minerals** (Tables 3, S3 and S4), zinc intake did not differ between groups. However, VN children showed the highest intake of potassium (1839 mg/d vs. VG 1567 mg/d and OM 1513 mg/d), magnesium (241 mg/d vs. VG 188 mg/d and OM 164 mg/d), and iron (8.9 mg/d vs. VG 7.3 mg/d and OM 6.0 mg/d), whereas OM children had the highest intake of calcium (445 mg/d vs. VG 399 mg/d and VN 320 mg/d), and iodine (46.7  $\mu$ g/d vs. VG 33.2  $\mu$ g/d and VN 31.4  $\mu$ g/d) (all  $p < 0.0001$ , partial  $\eta^2 = 0.01$ -0.30). Between VG and OM children, only magnesium, iron, and iodine intake differed significantly.

The differences between the groups' average nutrient intake were the same if supplements were included (Tables S2-S6 in supplementary material), only the effect sizes were usually greater without supplements.

Table 4 shows the mean intake of vitamins and minerals from food and from dietary supplements stratified by diet group. Through food alone, the DRV were met on average for vitamin A (retinol equivalents), vitamin E (OM: only DRV for females), vitamin K, vitamin B<sub>6</sub>, vitamin C, potassium, magnesium, and zinc in all groups. None of the groups met the DRV for vitamin D, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, calcium, and iodine. In addition, VN children did not achieve the DRV for vitamin B<sub>12</sub>; VG children for vitamin B<sub>12</sub>, and iron; and OM children for folate, and iron. With food and supplements combined, the DRV for vitamin B<sub>12</sub> and D for VN children was reached on average.

### Fatty acid and cholesterol intake

The intake of SFA, PUFA, LA, ALA, DHA, and cholesterol differed significantly between all groups in the fully adjusted model with large effect sizes ( $p < 0.0001$ , partial  $\eta^2 = 0.19$ -0.49) (Tables 5, S5 and S6). DHA intake without supplements as well as EPA intake in general differed only significantly between VN and OM as well as VG and OM children, respectively. OM children had the highest intake of SFA (14.0 %E vs. VG 11.9 %E and VN 9.1 %E), EPA (10.7 mg/d vs. VG 1.4 mg/d and VN 3.8 mg/d), DHA (35.4 mg/d vs. VG 16.6 mg/d and VN 18.4 mg/d),

and cholesterol (OM 91.8 mg/4.184 MJ/d vs. VG 54.0 mg/4.184 MJ/d vs. VN 15.0 mg/4.184 MJ/d). In contrast, VN children had the highest intake of PUFA (8.7 %E vs. VG 6.9 %E and OM 4.5 %E), LA (7.0 %E vs. VG 5.8 %E and OM 3.6 %E), and ALA (1.0 %E vs. VG 0.7 %E and OM 0.6 %E).

## Discussion

### Micronutrient intake

In the VeChi Diet Study, VN children had the highest average intake of several vitamins and minerals. In contrast, OM children had higher average intake of vitamin B<sub>2</sub>, calcium, and iodine, but all median intakes of the three diet groups did not meet the German DRV for these nutrients. However, supplements were essential to reach the DRV for the vitamin B<sub>12</sub> intake for VN, and also for VG children. None of the groups met the DRV for vitamin D (only VN children with supplementation), and vitamin B<sub>1</sub> on average.

Our results confirm that, in VN diets, **vitamin B<sub>12</sub>** supplementation is essential to ensure sufficient intake, as bioactive vitamin B<sub>12</sub> predominantly occurs in animal foods [33, 34]. In the VeChi Diet Study, the proportion of VN children who received vitamin B<sub>12</sub> supplements was very high (97%) (Table 1). However, the remaining nearly 3% of VN children are at risk of a deficiency. Apart from supplements, other sources of vitamin B<sub>12</sub> are fortified products. Indeed, a recent regional survey of food retailers in Germany revealed that a variety of vegan foods are fortified with vitamin B<sub>12</sub>. However, regarding usual consumed amounts of these food products, the vitamin B<sub>12</sub> levels were generally too low to meet the German DRV and varied greatly [35]. It is important to note that the median vitamin B<sub>12</sub> intake (incl. supplements) of VG children (1.3 µg/day) was slightly and without supplementation (0.6 µg/d) clearly below the reference value of 1.5 µg/day for this age group [36]. In a recent review as well as in the VeChi Youth Study, a higher risk of vitamin B<sub>12</sub> deficiency not only for VN but also for VG has been described [4, 34]. Hence, both VN and VG children should be encouraged to use vitamin B<sub>12</sub> supplements on a regular and reliable basis and should be screened for vitamin B<sub>12</sub> deficiency. In contrast, the median vitamin B<sub>12</sub> intake of OM children seems to be adequate.

The intake of **vitamin B<sub>2</sub>** and **calcium** were substantially lower among VN and VG than among OM children, even though the vitamin B<sub>2</sub> intake via supplements covered about 20% of the DRV. Therefore, a vitamin B<sub>2</sub> supplementation might be recommended for all VG and VN children. In contrast, the VeChi Youth Study showed a high prevalence (>35%) of vitamin B<sub>2</sub> blood concentrations below the reference value irrespective of the diet group [4]. Dairy products are the main source of vitamin B<sub>2</sub> and calcium in Germany [37]. Not only VN but also VG children did consume less of this food group than OM children (data not shown). Calcium is a key nutrient to build and maintain a normal bone mass [38]. In a recent systematic review and meta-analysis of 20 cohort and cross-sectional studies (n = 37,134), VG and VN adults had lower bone mineral densities and VN a higher fracture rate compared to OM adults [38]. However, this meta-analysis has been criticized due to the lack of statistical adjustment in particular of the BMI [39, 40]. Our results are in agreement with two cross-sectional studies from Poland (n = 50, 2-10 years and n = 187, 5-10 years) where VG and VN children had calcium (and vitamin D) intakes below the reference values (only without vitamin D supplementation in [6]). More relevant, 25-OH-vitamin D blood levels were lower and the concentration of serum bone metabolism markers

were worse, compared to those of OM children [6, 13]. In Desmond et al. (2021) VG and VN subjects had a lower bone mineral content than OM subjects, which was more pronounced for VN children [6]. Supplementation of vitamin D resolved low 25(OH)D concentrations. In another recent study from Poland with 53 VG and 53 OM children, there were no significant differences of calcium or vitamin D intake as well as 25-OH-vitamin D blood levels (80% of both groups included vitamin D supplements). Furthermore, the groups did not differ regarding the absolute values of bone mineral density, but VG children had on average lower total and lumbar spine BMD z-scores scores [7]. This is in accordance with the VeChi Youth Study [4]. Thus, regardless of the type of diet, a higher intake of calcium should be encouraged for all children.

Due to the low calcium intake, a sufficient **vitamin D** status is of particular importance. However, regardless of the diet group, the average intake of vitamin D (without supplementation) and **iodine** was inadequate in our study. Likewise, the VeChi Youth Study showed irrespective of the diet group a high prevalence (>30%) of 25-OH vitamin D<sub>3</sub> below the reference value [4]. However, Hovinen et al. (2020) showed only border-line sufficient vitamin D in all VN participants [5]. Whether vitamin D supplementation is necessary beyond infancy is under discussion in Germany [36, 41].

Major dietary sources of **iodine** in the diet of children in Germany are iodised salt and dairy [42]. Salt was not recorded quantitatively in our dietary records; hence, intakes presented here might be underestimated. However, this bias should not differ between the groups. In the VeChi Diet Study, OM children had the highest average iodine intake, probably due to a higher consumption of dairy and fish, but also of iodised salt (Table 1) and of foods, in particular bread, produced with iodised salt. This is in line with the results of the VeChi Youth Study where VN children and adolescents had significantly lower urinary iodine excretion than OM and VG subjects. However, all groups were on average below the reference value [43]. Consistent with this, the median intakes of all groups in the VeChi Diet Study were (far) below the DRV. This is also in accordance with recent analysis of urinary iodine excretion data from Germany [42]. As iodine intake during childhood is supposed to be associated with cognitive development, there is an urgent need for increased intake, for example by a broader use of iodised salt for food production, in particular bread [44]. Alternatively, on an individual basis, iodine can be supplemented, as it is recommended for breastfed infants in Germany without iodine fortified weaning food [45, 46]. For VN and VG infants, the consumption of seaweed or seaweed products with moderate iodine content provides an additional iodine source.

VN and VG diets are regarded as a risk factor for **iron** deficiency [26, 47]. Nevertheless, available studies on iron deficiencies among VG and VN children and adolescents yielded heterogeneous results [48]. For example, Desmond et al. (2021) found a higher prevalence of iron-deficiency anaemia in VN children, whereas Hovinen et al. (2020) found no differences between VN and OM children in serum ferritin [5, 6]. The ferritin concentrations in the VeChi Youth Study were significantly higher in OM participants than in VG and VN. Nevertheless, the prevalence of haemoglobin and ferritin concentrations below the cut-off was low [4]. As in other studies [4–6], VN and VG children in the VeChi Diet Study had higher iron intakes than OM children. The observed high iron intake reflects the high iron content of some plant foods, e.g., whole grain or legumes. Nevertheless, the bioavailability of this non-heme iron is lower than that of heme iron from meat. Besides, the absorption of non-heme iron is dependent on promoting factors (e.g., organic acids such as ascorbic acid) and impairing factors (e.g., phytate, polyphenols) [33, 47].

Food preparing, i.e., leavening, fermentation, and soaking of legumes and grains, reduces the content of phytate and improves iron absorption [47]. Moreover, some 'partial physiologic adaptive responses in the absorption of non-heme iron' are discussed for VG and VN [47]. Besides, this cannot be verified for our participants with the current study design which didn't allow measuring the bioavailability of nutrients. Nevertheless, to ensure an adequate iron status, some nutrition societies recommend an increased intake of iron (DRV +80%) for VG and VN children [33, 49]. In the VeChi Diet Study, the mean iron intake of VN was only 30% higher than the German DRV (VG: 5% lower, OM: 20% lower), and 20% of the DRV were covered by iron supplements in VN children. Thus, a higher iron intake should be encouraged in all diet groups.

Plant foods are the main sources of **folate** in the diet [50]. As a result, the median folate intake of VN was significantly higher than that of VG and OM children. The higher folate intake of VN children is in line with other recent studies [4–6]. OM children did not reach the DRV for folate on average without supplementation.

### **Fatty acids and cholesterol intake**

Altogether, the fat quality of the diet of VN children was the most favourable, followed by that of VG children: The VN's intake of MUFA and PUFA were highest and intake of SFA was lowest. Only OM children exceeded on average the recommended maximum daily intake of dietary cholesterol (80 mg/1000 kcal [4.184 MJ]) for children [36].

In contrast, in the VeChi Diet Study the **EPA** and **DHA** intake of VN and VG were substantially lower than those of OM children. In OM diets, fatty fish is the major source for preformed DHA. The long-chain n-3 fatty acid is especially important in early childhood. Besides others, it plays a central role in eye and brain development in childhood [51]. For VG or VN diets, plant supplements from microalgae (e.g. *Schizochytrium sp.*) with DHA (+ EPA) are available, e.g. in form of fortified plant oils. The endogenous formation of DHA is low because the conversion rate of ALA into DHA is poor. However, it might be increased by replacing LA with ALA in the diet because both fatty acids compete for the same enzymes [51]. There was a trend to a higher LA:ALA ratio from the OM over the VG to the VN diet group. To improve the LA:ALA ratio, the consumption of good ALA sources (i.e., linseed oil, rapeseed oil) are recommended, especially in VG and VN children where sources of preformed EPA and DHA are limited.

### *Strengths and Limitations*

Our study has some limitations. The cross-sectional design of the VeChi Diet Study allows no conclusion on the long-term food intake of the children. Nevertheless, follow-up investigations are planned. Furthermore, our data are based on proxy reporting by the parents (or the family paediatrician in case of BW and BH). Hence, especially the anthropometric data are more susceptible to bias (discussed in [23]) [52, 53]. However, we used weighed dietary records because they provide the best estimate for children aged 0.5-4 years [54]. Parents were instructed to maintain the usual diet, and every protocol was checked for completeness and plausibility. Missing information was immediately collected from the parents. As seen in other investigations, underreporting is unlikely (only 1%) in 1-5-year-old children [55]. Other studies like the DONALD study [56] have been using this method successfully for many years. Nevertheless, the data are not confirmed by objective biomarkers. The nutrient intake was compared to the German DRV because for several nutrients there are no estimated average requirement (EAR) cut-points for

children available. However, it must be noted that an individual intake below the DRV does not equate to a nutrient deficiency. Furthermore, the data basis to derive DRV for children is sparse and some are based on extrapolations from values for adults [36]. Besides, DRV do not take special requirements of a VN diet into account.

The online questionnaire was not validated but the questions were partly taken from a questionnaire of a representative, validated health survey in Germany (German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents) [57], complemented by VG- and VN-specific questions. Another limitation is the estimation of breastmilk intake, which is based on reliable data of the DONALD study but is not as exact as weighing the children before and after each breastfeeding. Additionally, the mothers' supplementation was not gathered. Moreover, the composition of breast milk of VN and VG women might vary from that of OM women. In addition, three days of dietary record might not be enough to observe foods that are not consumed daily such as fish. Therefore, the DHA and iodine intake of OM children could be higher than reported here. Because the number of VN and VG children in Germany is not known, it was not possible to select a representative sample. Additionally, the OM control group does not represent the average German population of that age. Like in all nutrition studies, participants tend to be more health-conscious than the average population. The majority of the families lived in medium-sized urban or metropolitan cities and had a high median SES. As a consequence, the differences between the diet groups might have been even higher when compared to the average population than to the health-conscious control group in our study.

However, a major strength of the VeChi Diet Study is the detailed dietary record that is well-suited for young children and the assessment of special food groups of VN and VG diets (e.g., meat and dairy alternatives). The nutrient database LEBTAB ensures high accuracy in nutrient intake due to brand-specific estimations of ingredients and nutrient contents by recipe simulation including fortified foods and supplements. Therefore, the LEBTAB database is more accurate when assessing the food intake of VG and VN than the national database BLS. Thus, the VeChi Diet Study comprises a unique data pool of the under-studied population of VG and VN children at the age of 1-3 years. For the future, repeated examinations of this cohort, preferably complemented with biomarkers of the nutrient status and measurements of child development, are in preparation.

## Conclusion

In the VeChi Diet Study, VN and VG children had a more favourable intake of several micronutrients and fatty acids, compared to that of OM children, independent of the intake of dietary supplements. Critical nutrients for all three diet groups were vitamin D (without supplements), vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, calcium, iodine, and DHA, with OM children having the highest intakes (except for vitamin B<sub>1</sub>). For all diet groups, consumption of vitamin B<sub>1</sub> containing plant foods (e.g., whole grains), foods rich in vitamin B<sub>2</sub> (e.g., yeast, nuts, legumes), calcium-fortified plant-based dairy alternatives, mineral water with high calcium content, and iodised salt or seaweed (products) with moderate iodine content and are recommended. Dairy consumption should only be increased in the diets of OM (and VG) children to a certain extent, due to the already high protein, cholesterol, and SFA intake. For VG and VN children, a DHA supplementation should be encouraged, in addition to a reliable supplementation of vitamin B<sub>12</sub> and possibly vitamin B<sub>2</sub>. OM children should consume more folate as well as plant oils rich in vitamin E and PUFA, fatty fish

or, the more ecological alternative, DHA supplements (from micro algae), and less cholesterol and SFA containing animal foods. Moreover, iron intake is potentially critical due to the intake below the DRV in VG and OM and the lower bioavailability in VN and VG diets, and should therefore be increased in all groups. Supplementation of vitamin D should be considered in all diet groups, especially in autumn and winter. In order to evaluate the health and nutrient status of VN and VG children, our data should be complemented by biomarkers and longitudinal studies of VN and VG diets during growth.

## **Declarations**

### *Funding*

The VeChi Diet Study is funded by the *Erna Graff Stiftung für Tierschutz* (Erna Graff Foundation for Animal Protection), Berlin. The DONALD study is financially supported by the Ministry of Science and Research of North Rhine-Westphalia, Germany. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

### *Conflict of interest/Competing interests*

The authors declare no conflicts of interest. MK is an unsalaried member of the Scientific Advisory Board of ProVeg Germany and received lecture fees from the Alpro Foundation.

### *Availability of data and material*

Not applicable

### *Code availability*

Not applicable

### *Ethics approval*

The observational and non-invasive VeChi Diet Study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki. It was approved by the Ethics Committee of the University of Bonn (046/17).

### *Consent to participate*

Written informed consent was obtained from the parents.

### *Consent for publication*

Not applicable

### *Supplementary information*

For supplementary information referred to in this article, please visit <https://xxx>.

## References

1. Patelakis E, Lage Barbosa C, Haftenberger M, Brettschneider A-K, Lehmann F, Heide K, Frank M, Perlitz H, Richter A, Mensink G (2019) Prevalence of vegetarian diet among children and adolescents in Germany. Results from EsKiMo II. *Ernähr Umsch* 66:85–91. <https://doi.org/10.4455/eu.2019.018>
2. Schürmann S, Kersting M, Alexy U (2017) Vegetarian diets in children: a systematic review. *Eur J Nutr* 56:1797–1817. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1416-0>
3. Keller M, Müller S (2015) Vegetarian and vegan diets in children - pre-study with preliminary data. 12th European Nutrition Conference (FENS), Berlin, Germany, October 20-23, 2015: Abstracts. *Ann Nutr Metab*:1–601. <https://doi.org/10.1159/000440895>
4. Alexy U, Fischer M, Weder S, Längler A, Michalsen A, Sputtek A, Keller M (2021) Nutrient Intake and Status of German Children and Adolescents Consuming Vegetarian, Vegan or Omnivore Diets: Results of the VeChi Youth Study. *Nutrients* 13:1707. <https://doi.org/10.3390/nu13051707>
5. Hovinen T, Korkalo L, Freese R, Skaffari E, Isohanni P, Niemi M, Nevalainen J, Gylling H, Zamboni N, Erkkola M, Suomalainen A (2021) Vegan diet in young children remodels metabolism and challenges the statuses of essential nutrients. *EMBO Mol Med* 13:e13492. <https://doi.org/10.15252/emmm.202013492>
6. Desmond MA, Sobiecki JG, Jaworski M, Płudowski P, Antoniewicz J, Shirley MK, Eaton S, Książek J, Cortina-Borja M, Stavola B de, Fewtrell M, Wells JCK (2021) Growth, body composition, and cardiovascular and nutritional risk of 5- to 10-y-old children consuming vegetarian, vegan, or omnivore diets. *Am J Clin Nutr*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa445>
7. Ambroszkiewicz J, Chelchowska M, Szamotulska K, Rowicka G, Klemarczyk W, Strucińska M, Gajewska J (2019) Bone status and adipokine levels in children on vegetarian and omnivorous diets. *Clin Nutr* 38:730–737. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.03.010>
8. Nathan I, Hackett AF, Kirby S (1996) The dietary intake of a group of vegetarian children aged 7-11 years compared with matched omnivores. *Br J Nutr* 75:533–544
9. Thane CW, Bates CJ (2000) Dietary intakes and nutrient status of vegetarian preschool children from a British national survey. *J Hum Nutr Diet* 13:149–162. <https://doi.org/10.1046/j.1365-277x.2000.00227.x>
10. Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Chelchowska M, Gajewska J, Laskowska-Klita T (2006) Serum homocysteine, folate, vitamin B12 and total antioxidant status in vegetarian children. *Adv Med Sci* 51:265–268
11. Laskowska-Klita T, Chelchowska M, Ambroszkiewicz J, Gajewska J, Klemarczyk W (2011) The effect of vegetarian diet on selected essential nutrients in children. *Med Wieku Rozwoj* 15:318–325
12. Gorczyca D, Prescha A, Szeremeta K (2013) Impact of vegetarian diet on serum immunoglobulin levels in children. *Clin Pediatr (Phila)* 52:241–246. <https://doi.org/10.1177/0009922812472250>

13. Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Gajewska J, Chelchowska M, Laskowska-Klita T (2007) Serum concentration of biochemical bone turnover markers in vegetarian children. *Adv Med Sci* 52:279–282
14. Taylor A, Redworth EW, Morgan JB (2004) Influence of diet on iron, copper, and zinc status in children under 24 months of age. *Biol Trace Elem Res* 97:197–214. <https://doi.org/10.1385/BTER:97:3:197>
15. Gorczyca D, Prescha A, Szeremeta K, Jankowski A (2013) Iron status and dietary iron intake of vegetarian children from Poland. *Ann Nutr Metab* 62:291–297. <https://doi.org/10.1159/000348437>
16. Fulton JR, Hutton CW, Stitt KR (1980) Preschool vegetarian children. Dietary and anthropometric data [Abstract]. *J Am Diet Assoc* 76:360–365
17. Sanders TA, Manning J (1992) The growth and development of vegan children. *J Hum Nutr Diet* 5:11–21
18. Sanders TA, Purves R (1981) An anthropometric and dietary assessment of the nutritional status of vegan preschool children [Abstract]. *J Hum Nutr* 35:349–357
19. Sanders TA (1988) Growth and development of British vegan children. *Am J Clin Nutr* 48:822–825. <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.3.822>
20. Wallace TC, Reider C, Fulgoni VL (2013) Calcium and vitamin D disparities are related to gender, age, race, household income level, and weight classification but not vegetarian status in the United States: Analysis of the NHANES 2001–2008 data set. *J Am Coll Nutr* 32:321–330. <https://doi.org/10.1080/07315724.2013.839905>
21. Nathan I, Hackett AF, Kirby S (1997) A longitudinal study of the growth of matched pairs of vegetarian and omnivorous children, aged 7–11 years, in the north-west of England. *Eur J Clin Nutr* 51:20–25
22. Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Gajewska J, Chelchowska M, Rowicka G, Oltarzewski M, Laskowska-Klita T (2011) Serum concentration of adipocytokines in prepubertal vegetarian and omnivorous children. *Med Wieku Rozwoj* 15:326–334
23. Weder S, Hoffmann M, Becker K, Alexy U, Keller M (2019) Energy, Macronutrient Intake, and Anthropometrics of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1–3 Years) in Germany (VeChi Diet Study). *Nutrients* 11:832. <https://doi.org/10.3390/nu11040832>
24. Hilbig A, Drossard C, Kersting M, Alexy U (2015) Nutrient Adequacy and Associated Factors in a Nationwide Sample of German Toddlers. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 61:130–137. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000000733>
25. Sichert-Hellert W, Kersting M, Chahda C, Schäfer R, Kroke A (2007) German food composition database for dietary evaluations in children and adolescents. *J Food Compos Anal* 20:63–70. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.05.004>
26. Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke a, Leschik-Bonnet E, Oberritter H, Strohm D, Watzl, B. for the German Nutrition Society (2016) Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernähr Umsch* 63:92–102. <https://doi.org/10.4455/eu.2016.021>

27. Ferrara P, Corsello G, Quattrocchi E, Dell'Aquila L, Ehrich J, Giardino I, Pettoello-Mantovani M (2017) Caring for Infants and Children Following Alternative Dietary Patterns. *J Pediatr* 187:339-340.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.04.053>
28. Melina V, Craig W, Levin S (2016) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 116:1970–1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
29. Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M, Pellegrini N, Sbarbati R, Scarino ML, Siani V, Sieri S (2017) Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 27:1037–1052. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.10.020>
30. WHO (2011) Child growth standards. WHO Anthro (version 3.2.2, January 2011) and macros. <http://www.who.int/childgrowth/software/en/>. Accessed 06 Sep 2017
31. Winkler J, Stolzenberg H (2009) Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) 2003/2006. Wismarer Diskussionspapiere, 2009, H. 7. Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Wismar, Germany
32. Pallant J (2007) SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows, 3rd ed. Open University Press, Maidenhead
33. Trumbo P, Yates AA, Schlicker S, Poos M (2001) Dietary Reference Intakes. Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. *J Am Diet Assoc* 101(3):294–301
34. Pawlak R, Lester SE, Babatunde T (2014) The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature. *Eur J Clin Nutr* 68:541–548. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2014.46>
35. Marczykowski F, Breidenassel C (2017) Vegan diet: Reaching the reference values for nutrient intake of critical nutrients. Assortment and necessity of fortified foods. *Ernahrungs Umschau* 64:2–10
36. DGE, ÖGE, SGE, SVE (2020) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, 6., aktualisierte Ausgabe. Neuer Umschau Buchverlag, Bonn
37. Max Rubner-Institut (2008) National Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2., Karlsruhe
38. Iguacel I, Miguel-Berges ML, Gómez-Bruton A, Moreno LA, Julián C (2019) Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 77:1–18. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy045>
39. Appleby PN, Key TJA (2019) Letter: Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 77:451. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz011>
40. Karavasiloglou N, Selinger E, Gojda J, Rohrman S, Kühn T (2020) Differences in Bone Mineral Density between Adult Vegetarians and Nonvegetarians Become Marginal when Accounting for Differences in Anthropometric Factors. *J Nutr*. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa018>

41. Reinehr T, Schnabel D, Wabitsch M, Bechtold-Dalla Pozza S, Bühner C, Heidtmann B, Jochum F, Kauth T, Körner A, Mihatsch W, Prell C, Rudloff S, Tittel B, Woelfle J, Zimmer K-P, Koletzko B (2019) Vitamin D supplementation after the second year of life: joint position of the Committee on Nutrition, German Society for Pediatric and Adolescent Medicine (DGKJ e.V.), and the German Society for Pediatric Endocrinology and Diabetology (DGKED e.V.). *Mol Cell Pediatr* 6:3. <https://doi.org/10.1186/s40348-019-0090-0>
42. Johner SA, Thamm M, Nöthlings U, Remer T (2013) Iodine status in preschool children and evaluation of major dietary iodine sources: a German experience. *Eur J Nutr* 52:1711–1719. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0474-6>
43. Alexy U, Fischer M, Weder S, Längler A, Michalsen A, Keller M (2020) Vegetarische und vegane Ernährung bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland - Die VeChi-Youth-Studie. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. (ed) 14. Ernährungsbericht 2020, Bonn, 289-354
44. Johner SA, Günther ALB, Remer T (2011) Current trends of 24-h urinary iodine excretion in German schoolchildren and the importance of iodised salt in processed foods. *Br J Nutr* 106:1749–1756. <https://doi.org/10.1017/S0007114511005502>
45. Alexy U, Drossard C, Kersting M, Remer T (2009) Iodine intake in the youngest: impact of commercial complementary food. *Eur J Clin Nutr* 63:1368–1370. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.62>
46. Koletzko B, Bauer C-P, Cierpka M, Cremer M, Flothkötter M, Graf C, Heindl I, Hellmers C, Kersting M, Krawinkel M, Przyrembel H, Vetter K, Weißenborn A, Wöckel A (2016) Ernährung und Bewegung von Säuglingen und stillenden Frauen. *Monatsschr Kinderheilkd* 164:771–798. <https://doi.org/10.1007/s00112-016-0147-2>
47. Gibson RS, Heath AM, Szymlek-Gay EA (2014) Is iron and zinc nutrition a concern for vegetarian infants and young children in industrialized countries? *Am J Clin Nutr* 100:459–468. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071241>
48. Pawlak R, Bell K (2017) Iron Status of Vegetarian Children: A Review of Literature. *Ann Nutr Metab* 70:88–99. <https://doi.org/10.1159/000466706>
49. National Health and Medical Research Council, New Zealand Ministry of Health (2017) Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand. Including Recommended Dietary Intakes. Version 1.2.
50. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017) Bundeslebensmittelschlüssel 3.02. <https://www.blsdb.de/>. Accessed 10 Mar 2021
51. Calder PC (2015) Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 39:18S-32S. <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>
52. Huybrechts I, Himes JH, Ottevaere C, de Vriendt T, de Keyzer W, Cox B, van Trimpont I, de Bacquer D, de Henauw S (2011) Validity of parent-reported weight and height of preschool children measured at home or estimated without home measurement: a validation study. *BMC Pediatr* 11:63. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-11-63>

53. Himes JH (2009) Challenges of accurately measuring and using BMI and other indicators of obesity in children. *Pediatrics* 124 Suppl 1:S3-S22. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-3586D>
54. Burrows TL, Martin RJ, Collins CE (2010) A systematic review of the validity of dietary assessment methods in children when compared with the method of doubly labeled water. *J Am Diet Assoc* 110:1501–1510. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2010.07.008>
55. Sichert-Hellert W, Kersting M, Schöch G (1998) Underreporting of energy intake in 1 to 18 year old German children and adolescents. *Z Ernährungswiss* 37:242–251. <https://doi.org/10.1007/s003940050023>
56. Kroke A, Manz F, Kersting M, Remer T, Sichert-Hellert W, Alexy U, Lentze MJ (2004) The DONALD Study. History, current status and future perspectives. *Eur J Nutr* 43:45–54. <https://doi.org/10.1007/s00394-004-0445-7>
57. Hölling H, Schlack R, Kamtsiuris P, Butschalowsky H, Schlaud M, Kurth BM (2012) Die KiGGS-Studie. Bundesweit repräsentative Längs- und Querschnittstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen im Rahmen des Gesundheitsmonitorings am Robert Koch-Institut (The KiGGS study. Nationwide representative longitudinal and cross-sectional study on the health of children and adolescents within the framework of health monitoring at the Robert Koch Institute). *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 55:836–842. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1486-3>

**Table 1** Sample characteristics of the VeChi Diet Study by diet group

	VN	VG	OM
Total	139 (32.3)	127 (29.5)	164 (38.1)
Sex †			
Female	76 (54.7)	64 (50.4)	83 (50.3)
Male	63 (45.3)	63 (49.6)	81 (49.4)
Age years <sup>a</sup> ‡	1.8 (1.3)	2.0 (1.4)	2.0 (1.5)
TEI MJ/d <sup>a</sup> ‡	4.1 (1.5)	4.0 (1.2)	4.1 (1.0)
Carbohydrate intake %E <sup>a</sup> ‡	53.8 (9.9)	53.6 (7.8)	53.1 (9.4)
Protein intake %E <sup>a</sup> ‡	11.2 (2.5) <sup>1</sup>	11.1 (2.6) <sup>2</sup>	13.2 (2.7) <sup>1,2</sup>
Protein intake g/kg BW	2.3 (0.9) <sup>1</sup>	2.3 (0.8) <sup>2</sup>	2.5 (0.9) <sup>1,2</sup>
Child body weight kg <sup>b</sup> ‡	12.0 ± 2.5	12.1 ± 2.3	12.7 ± 2.6
Child body height cm <sup>b</sup> ‡	85.6 ± 8.8	86.6 ± 8.8	88.2 ± 9.3
Weight-for-height z-score <sup>b</sup> ‡	0.16 ± 1.08	0.11 ± 0.95	0.23 ± 0.96
Height-for-age z-score <sup>b</sup> ‡	0.01 ± 1.26	0.11 ± 1.34	0.13 ± 1.01
Weight-for-age z-score <sup>a</sup> ‡	0.11 ± 0.93	0.17 ± 0.99	0.25 ± 0.87
Urbanicity † <sup>##</sup>			
Rural < 5,000	28 (20.1)	19 (15.0)	28 (17.2)
Small-size urban 5,000- < 20,000	20 (14.4)	16 (12.6)	17 (10.4)
Medium-size urban 20,000- < 100,000	31 (22.3)	33 (26.0)	31 (19.0)
Metropolitan ≥ 100,000	60 (43.2)	59 (46.5)	87 (53.4)
SES Winkler index score †			
Low 3-8	2 (1.4)	3 (2.4)	0 (0.0)
Middle 9-14	37 (26.6)	31 (24.4)	30 (18.3)
High 15-21	100 (71.9)	93 (73.2)	134 (81.7)
Physical activity (n = 429) †			
Less active < 4 times/week	70 (50.0)	71 (55.5)	64 (39.8)
Active or very active	70 (50.0)	57 (44.5)	97 (60.2)
Season of dietary record †			
Spring	45 (32.4)	21 (16.5)	36 (22.0)
Summer	17 (12.2)	20 (15.7)	38 (23.2)
Autumn	36 (25.9)	41 (32.3)	43 (26.2)

Veröffentlichungen

Winter	41 (29.5)	45 (35.4)	47 (28.7)
Paternal BMI (kg/m <sup>2</sup> ) (n = 425) <sup>a</sup> ‡	24.3 (4.1)	24.5 (3.9)	25.7 (3.1)
Breastfeeding			
Ever breastfed †	138 (99.3)	121 (95.3)	157 (95.7)
Duration of exclusively breastfeeding (mo) <sup>a</sup> ‡	15.9 (10.0) <sup>1,2</sup>	13.1 (10.0) <sup>1</sup>	11.1 (7.0) <sup>1</sup>
Breastfed during dietary record †	68 (48.9) <sup>1</sup>	34 (26.8) <sup>1</sup>	17 (10.4) <sup>1</sup>
Breast milk intake in dietary record in kcal/d (all participants) <sup>a,b</sup> ‡	0 (22.1) <sup>1</sup> 13.4 <sup>1</sup> ± 18.5	0 (6.2) <sup>1</sup> 7.2 <sup>1</sup> ± 14.6	0 (0.0) <sup>1</sup> 2.3 <sup>1</sup> ± 9.0
Breast milk intake in dietary record (g/d) (only breastfed subjects, n = 119) <sup>a</sup> ‡	303.3 (280.0)	275.0 (186.3)	163.3 (316.7)
Dietary supplement intake in dietary record, all supplements †			
Yes	135 (97.1) <sup>1,2</sup>	68 (53.5) <sup>1</sup>	66 (40.2) <sup>1,2</sup>
No	4 (2.9) <sup>1,2</sup>	59 (46.5) <sup>1</sup>	98 (59.8) <sup>1,2</sup>
Vitamin B <sub>12</sub> supplement intake in dietary record †			
Yes	135 (97.1) <sup>1</sup>	45 (35.4) <sup>1</sup>	13 (7.9) <sup>1</sup>
No	4 (2.9) <sup>1</sup>	82 (64.6) <sup>1</sup>	151 (92.1) <sup>1</sup>
Iodised salt use in general or daily use of iodised bread †			
Yes	90 (65.7) <sup>1</sup>	89 (70.1) <sup>2</sup>	141 (86.5) <sup>1,2</sup>
No	47 (34.3) <sup>1</sup>	38 (29.9) <sup>2</sup>	22 (13.5) <sup>1,2</sup>
Weekend days in the dietary records †			
0 weekend days	57 (41.0)	49 (38.6)	49 (29.9)
1 weekend day	37 (26.6)	33 (26.0)	50 (30.5)
2 weekend days	45 (32.4)	41 (32.2)	63 (38.4)
3 weekend days	0 (0.0)	4 (3.2)	2 (1.2)
Start of the diet †			
with the introduction of supplementary food	123 (88.5)	107 (84.3)	140 (85.4)
later	16 (11.5)	18 (14.2)	24 (14.6)
missing	0 (0.0)	2 (1.5)	0 (0.0)

## Veröffentlichungen

### Mothers' diets †

VN	136 (97.8) <sup>1</sup>	42 (33.1) <sup>1</sup>	10 (6.1) <sup>1</sup>
VG	3 (2.2) <sup>1</sup>	80 (63.0) <sup>1</sup>	16 (9.8) <sup>1</sup>
OM	0 (0.0) <sup>1</sup>	5 (3.9) <sup>1</sup>	138 (84.1) <sup>1</sup>

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; TEI, total energy intake; %E, % of energy intake; BW, body weight; SES, socioeconomic status; BMI, body mass index. Unless indicated otherwise values are expressed n (%). Differences of categorical variables were analysed using † Chi<sup>2</sup> test or Fisher's exact test for cell frequencies of < 20% of expected count less than 5; ‡ ANOVA and Bonferroni *post hoc* tests for parametric, Kruskal–Wallis test and Mann–Whitney U test for nonparametric, continuous data. <sup>a</sup> Values are median (IQR). <sup>b</sup> Values are mean ± SD. <sup>1,2</sup> Superscript letters indicate statistical significance (at least  $p < 0.001$ ).

Veröffentlichungen

**Table 2** Median daily intake (**without supplements**) of vitamins of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	DRV	Fully adjusted model ‡	
					p	Partial $\eta^2$
Vitamin A (retinol eq) ( $\mu\text{g}/\text{d}$ ) <sup>a</sup>	550 (377-779)	475 (331-654)	560 (372-854)	300	0.008	0.024
$\beta$ -carotene (mg/d) <sup>b</sup>	3.2 (1.9-5.1)	2.5 (1.4-3.8)	2.3 (1.4-4.6)	-	0.002	0.031
Vitamin E (mg/d) <sup>c</sup>	8.3 (6.1-11.7) <sup>1</sup>	7.4 (5.1-9.9) <sup>1</sup>	5.1 (3.9-7.0) <sup>1</sup>	f: 5.0 m: 6.0	< 0.0001	0.196 §
Vitamin K ( $\mu\text{g}/\text{d}$ ) <sup>d</sup>	82 (53-120) <sup>1,2</sup>	67 (41-86) <sup>1</sup>	46 (26-72) <sup>2</sup>	15	< 0.0001	0.110
Vitamin B <sub>1</sub> ( $\mu\text{g}/\text{d}$ ) <sup>e</sup>	569 (437-754) <sup>1,2</sup>	513 (377-611) <sup>1</sup>	481 (398-605) <sup>2</sup>	600	< 0.0001	0.124
Vitamin B <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{d}$ ) <sup>f</sup>	429 (325-537) <sup>1</sup>	461 (375-641) <sup>2</sup>	639 (517-800) <sup>1,2</sup>	700	< 0.0001	0.202 §
Vitamin B <sub>6</sub> (mg/d) <sup>g</sup>	0.8 (0.6-1.1) <sup>1,2</sup>	0.7 (0.6-0.8) <sup>1</sup>	0.7 (0.6-0.9) <sup>2</sup>	0.6	< 0.0001	0.117
Folate ( $\mu\text{g}/\text{d}$ ) <sup>h</sup>	143 (106-197) <sup>1,2</sup>	116 (96-149) <sup>1</sup>	108 (90-135) <sup>2</sup>	120	< 0.0001	0.148 §
Vitamin C (mg/d) <sup>i</sup>	63 (44-84) <sup>1</sup>	54 (41-66)	45 (32-63) <sup>1</sup>	20	< 0.0001	0.073 §

	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	DRV	p †		r	
							VN vs VG	VN vs OM
Vitamin B <sub>12</sub> ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	0.2 (0.1-0.4) <sup>1</sup>	0.6 (0.3-1.0) <sup>1</sup>	1.5 (1.1-2.3) <sup>1</sup>	1.5	< 0.0001	0.471	0.656	
Vitamin D ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	0.7 (0.3-1.1)	0.8 (0.4-1.4)	0.8 (0.5-1.6)	20	0.006	0.017	0.143	

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; DRV, dietary reference value; eq, equivalents; f, female; m, male; SES, socioeconomic status. Values are presented as median (25<sup>th</sup>-75<sup>th</sup> percentile). ‡ p values and effect sizes were derived from ANCOVA adjusted for age, sex and other confounders (for details see Online Resource 1). <sup>a,b</sup> superscript letters indicate the respective confounders. † p values and effect sizes were calculated with Kruskal-Wallis and Dunn-Bonferroni *Post-Hoc* test adjusted for the energy intake (for details see Online Resource 1). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ). § partial  $\eta^2$  was higher without outliers.

**Table 3** Median daily intake (**without supplements**) of minerals of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	DRV	Fully adjusted model ‡	
					p	Partial η <sup>2</sup>
Potassium (mg/d) <sup>a</sup>	1839 (1387-2204) <sup>1,2</sup>	1567 (1227-1858) <sup>1</sup>	1513 (1309-1861) <sup>2</sup>	1100	< 0.0001	0.113 §
Calcium (mg/d) <sup>b#</sup>	320 (251-453) <sup>1</sup>	399 (280-567)	445 (356-553) <sup>1</sup>	600	< 0.0001	0.060
Magnesium (mg/d) <sup>c</sup>	241 (180-310) <sup>1</sup>	188 (143-240) <sup>1</sup>	164 (134-195) <sup>1</sup>	80	< 0.0001	0.292 §
Iron (mg/d) <sup>d</sup>	8.9 (6.0-11.6) <sup>1</sup>	7.3 (5.5-9.0) <sup>1</sup>	6.0 (4.7-7.4) <sup>1</sup>	8.0	< 0.0001	0.300
Zinc (mg/d) <sup>e</sup>	4.9 (3.7-6.2)	4.7 (3.8-5.6)	5.0 (4.1-5.8)	3.0	0.111	0.012
Iodine (µg/d) <sup>f</sup>	31.4 (21.5-44.0) <sup>1</sup>	33.2 (22.7-44.5) <sup>1</sup>	46.7 (35.5-61.3) <sup>1</sup>	100	< 0.0001	0.167 §

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; DRV, dietary reference value; f, female; m, male; SES, socioeconomic status. Values are presented as median (25<sup>th</sup>-75<sup>th</sup> percentile). ‡ p values and effect sizes were derived from ANCOVA adjusted for age, sex and other confounders (for details see Online Resource 1). # without outliers. <sup>a,b</sup> superscript letters indicate the respective confounders. <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ). § partial  $\eta^2$  was higher without outliers.

Veröffentlichungen

**Table 4** Mean intake (mean  $\pm$  SD) of vitamins, minerals and long chain n-3 fatty acids obtained from food and dietary supplements of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study

	VN (n = 139)		VG (n = 127)		OM (n = 164)		DRV
	Food	Supplements	Food	Supplements	Food	Supplements	
Vitamin A (retinol eq) ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	623 $\pm$ 361	16 $\pm$ 87	544 $\pm$ 324	3 $\pm$ 23	692 $\pm$ 517	3 $\pm$ 34	300
Vitamin E (mg/d)	9.2 $\pm$ 4.3	0.7 $\pm$ 3.2	7.8 $\pm$ 3.4	0.5 $\pm$ 3.8	5.7 $\pm$ 2.6	0.5 $\pm$ 5.4	f: 5.0 m: 6.0
Vitamin D ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	1 $\pm$ 1	19 $\pm$ 45	1 $\pm$ 1	6 $\pm$ 8	1 $\pm$ 1	5 $\pm$ 8	20
Vitamin K ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	98 $\pm$ 74	4 $\pm$ 15	71 $\pm$ 44	0 $\pm$ 3	57 $\pm$ 43	1 $\pm$ 7	15
Vitamin B <sub>1</sub> ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	605 $\pm$ 252	56 $\pm$ 253	512 $\pm$ 189	54 $\pm$ 321	513 $\pm$ 158	37 $\pm$ 405	600
Vitamin B <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	469 $\pm$ 224	145 $\pm$ 504	525 $\pm$ 222	52 $\pm$ 266	678 $\pm$ 237	35 $\pm$ 284	700
Vitamin B <sub>6</sub> (mg/d)	0.9 $\pm$ 0.4	0.2 $\pm$ 0.6	0.7 $\pm$ 0.3	0.06 $\pm$ 0.4	0.8 $\pm$ 0.2	0.06 $\pm$ 0.5	0.6
Folate ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	160 $\pm$ 79	23 $\pm$ 69	125 $\pm$ 42	10 $\pm$ 73	116 $\pm$ 40	8 $\pm$ 90	120
Vitamin C (mg/d)	68 $\pm$ 31	7 $\pm$ 31	57 $\pm$ 24	4 $\pm$ 29	50 $\pm$ 24	4 $\pm$ 40	20
Vitamin B <sub>12</sub> ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	0.3 $\pm$ 0.3	208 $\pm$ 305	0.8 $\pm$ 0.7	68 $\pm$ 177	1.8 $\pm$ 1.1	20 $\pm$ 147	1.5
Potassium (mg/d)	1842 $\pm$ 658	0 $\pm$ 2	1581 $\pm$ 486	0 $\pm$ 2	1591 $\pm$ 433	1 $\pm$ 4	1100
Calcium (mg/d)	397 $\pm$ 307	9 $\pm$ 50	427 $\pm$ 184	1 $\pm$ 10	475 $\pm$ 163	1 $\pm$ 10	600
Magnesium (mg/d)	250 $\pm$ 103	4 $\pm$ 27	197 $\pm$ 77	1 $\pm$ 6	171 $\pm$ 50	1 $\pm$ 8	80
Iron(mg/d)	8.9 $\pm$ 3.8	1.7 $\pm$ 7.0	7.4 $\pm$ 2.9	0.1 $\pm$ 0.5	6.2 $\pm$ 2.2	0.2 $\pm$ 1.4	8.0
Zinc (mg/d)	5.1 $\pm$ 1.9	0.3 $\pm$ 1.2	4.8 $\pm$ 1.6	0.1 $\pm$ 0.5	5.1 $\pm$ 1.3	0.1 $\pm$ 0.7	3.0
Iodine ( $\mu\text{g}/\text{d}$ )	35 $\pm$ 25	9 $\pm$ 26	44 $\pm$ 90	1 $\pm$ 8	50 $\pm$ 23	2 $\pm$ 8	100
20:5n-3 (EPA, mg/d)	5.6 $\pm$ 6.7	10.2 $\pm$ 43.7	3.4 $\pm$ 4.5	8.2 $\pm$ 42.0	35.6 $\pm$ 52.6	0 $\pm$ 0	-
22:6n-3 (DHA, mg/d)	27.5 $\pm$ 31.0	20.7 $\pm$ 79.7	21.3 $\pm$ 17.5	16.2 $\pm$ 73.0	65.5 $\pm$ 80.8	0 $\pm$ 0	-

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; Suppl, supplements; DRV, dietary reference value; eq, equivalents; f, female; m, male.

**Table 5** Median daily intake (**without supplements for DHA and EPA**) of fatty acids and cholesterol of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	Fully adjusted model ‡	
				P	Partial $\eta^2$
Total Fat (%E) <sup>a</sup>	33.6 (27.9-39.4) <sup>1</sup>	33.7 (29.7-36.6) <sup>1</sup>	32.6 (28.2-37.2) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.049
Total SFA (%E) <sup>b</sup>	9.1 (6.4-12.6) <sup>1</sup>	11.9 (9.5-15.1) <sup>1</sup>	14.0 (11.6-17.4) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.261
Total MUFA (%E) <sup>c</sup>	12.1 (9.6-14.9)	11.3 (9.3-13.4)	10.9 (9.2-12.6)	0.903	0.001
Total PUFA (%E) <sup>d</sup>	8.7 (7.2-10.5) <sup>1</sup>	6.9 (5.3-8.5) <sup>1</sup>	4.5 (3.7-5.6) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.389 §
18:2n-6 (LA) (%E) <sup>e</sup>	7.0 (6.1-8.1) <sup>1</sup>	5.8 (4.4-6.9) <sup>1</sup>	3.6 (3.0-4.6) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.384 §
18:3n-3 (ALA) (%E) <sup>f</sup>	1.0 (0.7-2.0) <sup>1</sup>	0.7 (0.5-1.2) <sup>1</sup>	0.6 (0.4-0.8) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.185
LA:ALA <sup>g</sup>	7.0 (3.9-9.9)	6.7 (4.6-9.5)	6.3 (4.8-7.8)	0.018	0.020
20:4n-6 (AA) (mg/d) <sup>h</sup>	7.2 (2.6-16.3) <sup>1</sup>	12.0 (5.4-21.7) <sup>1</sup>	34.3 (21.9-54.6) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.514 §
20:5n-3 (EPA) (mg/d) <sup>i</sup>	3.8 (0.9-8.6) <sup>1</sup>	1.4 (0.4-5.2) <sup>2</sup>	10.7 (4.3-46.5) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.349
22:6n-3 (DHA) (mg/d) <sup>j</sup>	18.4 (6.0-38.3) <sup>1</sup>	16.6 (6.0-30.9) <sup>1</sup>	35.4 (15.6-82.2) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.222 §
Cholesterol (mg/4.184 MJ/d) <sup>k</sup>	15.0 (0.3-76.3) <sup>1</sup>	54.0 (20.4-117.4) <sup>1</sup>	91.8 (58.9-145.3) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.493

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; CI, confidence interval; %E, % of energy intake; SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; LA, linoleic acid; ALA,  $\alpha$ -linolenic acid; AA, arachidonic acid; EPA, eicosapentaenoic acid; DHA, docosahexaenoic acid; SES, socioeconomic status. Values are presented as median (25<sup>th</sup>-75<sup>th</sup> percentile). ‡ *p* values and effect sizes were derived from ANCOVA adjusted for age, sex and other confounders (for details see Online Resource 1). <sup>a,b</sup> superscript letters indicate the respective confounders. <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ). § partial  $\eta^2$  was higher without outliers.

Supplementary Information

**Intake of Micronutrients and Fatty Acids of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1-3 Years) in Germany (VeChi Diet Study)**

Stine Weder<sup>1,2</sup>, Markus Keller<sup>1</sup>, Morwenna Fischer<sup>3</sup>, Katja Becker<sup>2</sup>, Ute Alexy<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Plant-Based Nutrition, 35444 Biebertal, Germany, ORCID: S. Weder 0000-0001-5360-1940, M. Keller 0000-0001-5789-6280;

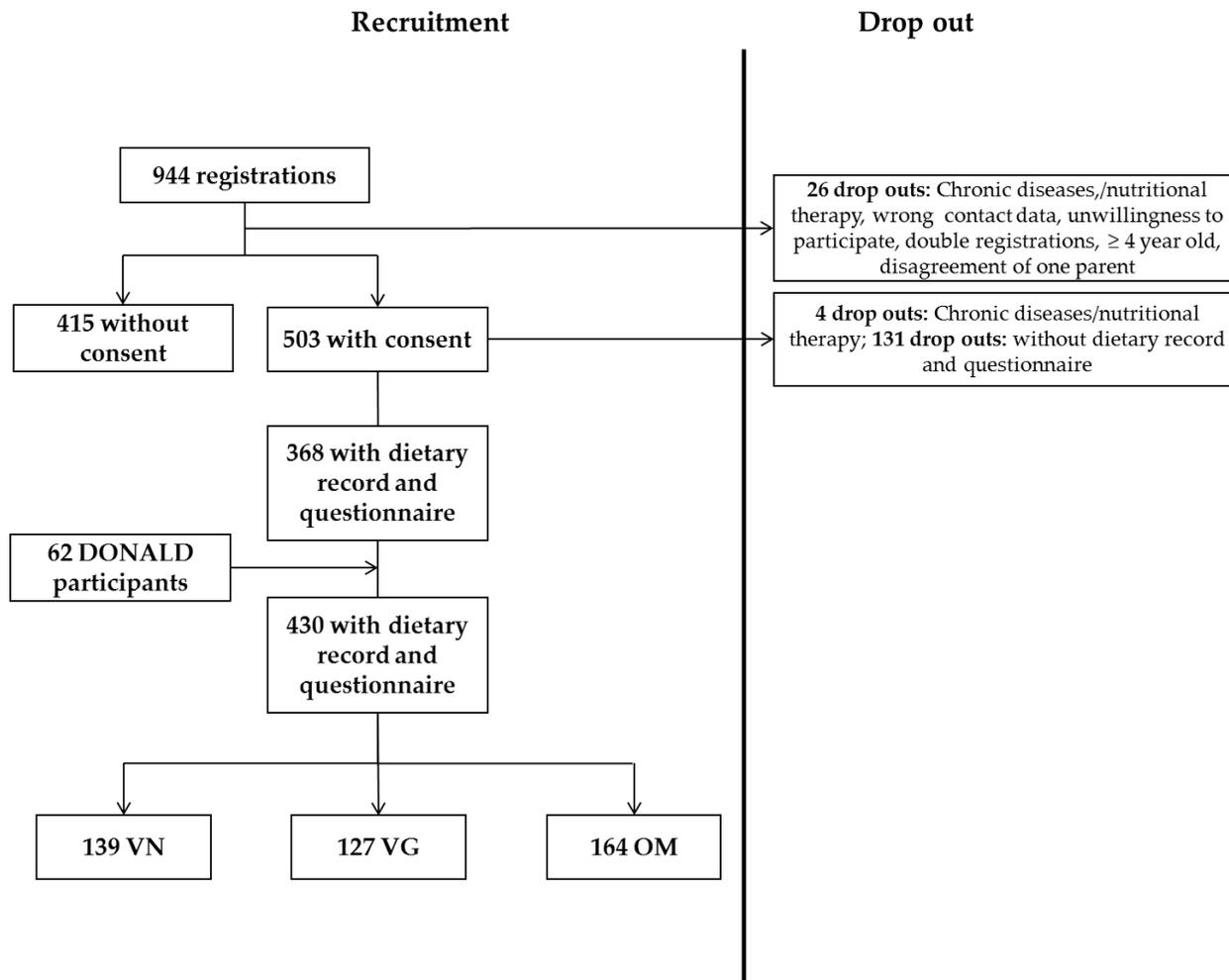
<sup>2</sup>Biochemistry and Molecular Biology, Interdisciplinary Research Center, Justus Liebig University Giessen, 35392 Giessen, Germany, ORCID: 0000-0003-4673-3675;

<sup>3</sup>45525 Hattingen, Germany;

<sup>4</sup>Corresponding author: IEL-Nutritional Epidemiology, DONALD Study, University of Bonn, Heinstück 11, 44225 Dortmund, Germany, E-Mail: alexy@uni-bonn.de, Tel.: +49-231-79221016, ORCID: 0000-0002-1488-5175.

**Summary**

The supplementary information includes a flow chart of the recruitment of the VeChi Diet Study (Fig. S1). In addition, the supplementary information contains detailed tables of the adjusted models of the intakes of vitamins, minerals, fatty acids, and cholesterol, without (Tables S1, S3, S5) and with (Tables S2, S4, S6) supplements.



**Fig. S1** Flow chart of recruitment of vegetarian (VG), vegan (VN), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study

Veröffentlichungen

**Table S1** Basic and fully adjusted models of the intake of vitamins **without supplements** of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	Basic model †					Fully adjusted model ‡				
	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial η <sup>2</sup>	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial η <sup>2</sup>
Vitamin A (retinol eq) (√[μg/d]) <sup>a</sup>	24.1 (23.0-25.3)	22.6 (21.3-23.8)	25.2 (24.1-26.3)	0.008	0.022	23.8 (22.7-25.0)	22.4 (21.2-23.7)	25.1 (24.0-26.1)	0.008	0.024
β, carotene (√[mg/d]) <sup>b</sup>	58.6 (55.3-61.9)	52.9 (49.6-56.3)	53.0 (50.0-56.0)	0.020	0.018	58.0 (54.4-61.6)	50.6 (46.9-54.3)	50.0 (46.5-53.4)	0.002	0.031
Vitamin E (Ln[mg/d]) <sup>c</sup>	9.1 (9.0-9.2) <sup>1</sup>	8.9 (8.8-9.0) <sup>2</sup>	8.5 (8.5-8.6) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.200	9.1 (9.0-9.2) <sup>1</sup>	8.9 (8.8-9.0) <sup>1</sup>	8.6 (8.5-8.6) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.196 §
Vitamin K (Ln[μg/d]) <sup>d</sup>	4.3 (4.2-4.5) <sup>1</sup>	4.1 (4.0-4.2)	3.8 (3.7-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.099	4.4 (4.2-4.5) <sup>1,2</sup>	3.9 (3.8-4.1) <sup>1</sup>	3.6 (3.5-3.8) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.110
Vitamin B <sub>1</sub> (Ln[μg/d]) <sup>e</sup>	6.3 (6.3-6.4) <sup>1</sup>	6.2 (6.1-6.2) <sup>1</sup>	6.2 (6.1-6.2)	< 0.0001	0.038	6.4 (6.3-6.4) <sup>1,2</sup>	6.2 (6.1-6.2) <sup>1</sup>	6.1 (6.1-6.2) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.124
Vitamin B <sub>2</sub> (Ln[μg/d]) <sup>f</sup>	6.1 (6.0-6.1) <sup>1</sup>	6.2 (6.1-6.3) <sup>2</sup>	6.5 (6.4-6.5) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.175	6.1 (6.0-6.1) <sup>1</sup>	6.2 (6.2-6.3) <sup>2</sup>	6.5 (6.4-6.5) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.202 §
Vitamin B <sub>6</sub> (Ln[mg/d]) <sup>g</sup>	6.7 (6.6-6.8)	6.5 (6.5-6.6)	6.6 (6.5-6.6)	0.002	0.030	6.8 (6.7-6.8) <sup>1,2</sup>	6.6 (6.5-6.6) <sup>1</sup>	6.5 (6.4-6.6) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.117
Folate (Ln[μg/d]) <sup>h</sup>	5.0 (4.9-5.0) <sup>1,2</sup>	4.8 (4.7-4.8) <sup>1</sup>	4.7 (4.6-4.7) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.148	5.0 (4.9-5.0) <sup>1,2</sup>	4.8 (4.7-4.8) <sup>1</sup>	4.7 (4.6-4.7) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.148§
Vitamin C (Ln[mg/d]) <sup>i</sup>	4.1 (4.0-4.2) <sup>1</sup>	4.0 (3.9-4.0)	3.8 (3.7-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.076	4.1 (4.0-4.2) <sup>1</sup>	4.0 (3.9-4.1)	3.8 (3.8-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.073 §

	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	DRV	p	r	
						VN vs VG	VN vs OM
Vitamin B <sub>12</sub> (μg/4.184 MJ/d) †	0.2 (0.1-0.4) <sup>1</sup>	0.7 (0.3-1.1) <sup>1</sup>	1.6 (1.1-2.3) <sup>1</sup>	-	< 0.0001	0.471	0.656
Vitamin D (μg/4.184 MJ/d) †	0.7 (0.3-1.2)	0.9 (0.5-1.6)	0.8 (0.5-1.5)	-	0.006	0.017	0.143

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; eq, equivalents; SES, socioeconomic status. Values are estimated marginal means (95 % confidence intervals) for typical cases. † Basic model adjusted for age and sex. ‡ Sensitivity analysis without outliers (|standardized residuals| > 3) were carried out. No remarkable differences in the results of

significance or effect size were found (if not stated otherwise). § Partial  $\eta^2$  was higher without outliers. <sup>a</sup> Fully adjusted model (square root transformed) adjusted for age, sex, physical activity, SES, energy intake, paternal BMI (n = 424). <sup>b</sup> Fully adjusted model (square root transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, weight-for-height z-score, SES, energy intake, season (n 430). <sup>c</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, weight-for-height z-score, SES, seasons (n = 430). <sup>d</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, energy intake, season (n = 430). <sup>e</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, season, urbanicity (n = 429). <sup>f</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, energy intake, paternal BMI (n = 425). <sup>g</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake (n 430). <sup>h</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, paternal BMI, urbanicity (n = 424). <sup>i</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, energy intake, season (n = 430). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ).

Veröffentlichungen

**Table S2** Basic and fully adjusted models of the intake of vitamins **with supplements** of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	Basic model †					Fully adjusted model ‡				
	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial η <sup>2</sup>	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial η <sup>2</sup>
Vitamin A (retinol eq) (√[μg/d]) <sup>a</sup>	24.4 (23.2-25.6)	22.6 (21.4-23.8)	25.2 (24.1-26.3)	0.008	0.023	24.1 (22.9-25.2)	22.5 (21.3-23.7)	25.2 (24.1-26.3)	0.006	0.025
β <sub>b</sub> , carotene (√[mg/d]) <sup>b</sup>	58.8 (55.5-62.0)	53.0 (49.7-56.4)	53.1 (50.1-56.1) <sup>1</sup>	0.019	0.019	58.2 (54.6-61.8)	50.7 (46.9-54.4)	50.2 (46.8-53.7)	0.002	0.031
Vitamin E (Ln[mg/d]) <sup>c</sup>	9.1 (9.0-9.1) <sup>1</sup>	8.9 (8.8-9.0) <sup>2</sup>	8.6 (8.5-8.6) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.175	9.1 (9.0-9.2) <sup>1</sup>	8.9 (8.8-9.0) <sup>1</sup>	8.6 (8.5-8.7) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.169 §
Vitamin K (Ln[μg/d]) <sup>d</sup>	4.4 (4.3-4.5) <sup>1</sup>	4.1 (4.0-4.2)	3.8 (3.7-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.103	4.4 (4.3-4.6) <sup>1,2</sup>	3.9 (3.8-4.1) <sup>1</sup>	3.7 (3.5-3.8) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.117
Vitamin B <sub>1</sub> (Ln[μg/d]) <sup>e</sup>	6.4 (6.3-6.5) <sup>1</sup>	6.2 (6.1-6.3)	6.2 (6.1-6.3) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.037	6.4 (6.4-6.5) <sup>1,2</sup>	6.2 (6.2-6.3) <sup>1</sup>	6.2 (6.1-6.2) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.094 §
Vitamin B <sub>2</sub> (Ln[μg/d]) <sup>f</sup>	6.2 (6.2-6.3) <sup>1</sup>	6.3 (6.2-6.3) <sup>2</sup>	6.5 (6.4-6.6) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.080	6.2 (6.1-6.3) <sup>1</sup>	6.3 (6.2-6.3) <sup>2</sup>	6.5 (6.4-6.6) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.073 §
Vitamin B <sub>6</sub> (Ln[mg/d]) <sup>g</sup>	6.8 (6.7-6.9) <sup>1,2</sup>	6.6 (6.5-6.7) <sup>1</sup>	6.6 (6.5-6.7) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.048	6.9 (6.8-6.9) <sup>1,2</sup>	6.6 (6.6-6.7) <sup>1</sup>	6.5 (6.4-6.6) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.107 §
Folate (Ln[μg/d]) <sup>h</sup>	5.1 (5.0-5.2) <sup>1,2</sup>	4.8 (4.7-4.9) <sup>1</sup>	4.7 (4.7-4.8) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.129	5.1 (5.0-5.1) <sup>1,2</sup>	4.8 (4.8-4.9) <sup>1</sup>	4.7 (4.6-4.8) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.156 §
Vitamin C (Ln[mg/d]) <sup>i</sup>	4.2 (4.1-4.3) <sup>1</sup>	4.0 (3.9-4.1)	3.8 (3.8-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.078	4.2 (4.1-4.2) <sup>1</sup>	4.0 (3.9-4.1) <sup>1</sup>	3.9 (3.8-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.070 §

	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	DRV	p	r
						VN vs VG
						VN vs OM
Vitamin B <sub>12</sub> (μg/4.184 MJ/d) †	73.8 (5.4-301.7) <sup>1,2</sup>	1.3 (0.4-4.5) <sup>1</sup>	1.7 (1.2-2.4) <sup>2</sup>	-	< 0.0001	0.366
Vitamin D (μg/4.184 MJ/d) †	41.1 (9.5-68.9) <sup>1,2</sup>	6.3 (1.4-45.7) <sup>1</sup>	4.4 (1.7-35.9) <sup>2</sup>	-	< 0.0001	0.230

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; eq, equivalents; SES, socioeconomic status. Values are estimated marginal means (95 % confidence intervals) for typical cases. † Basic model adjusted for age and sex. ‡ Sensitivity analysis without outliers (|standardized residuals| > 3) were carried out. No remarkable differences in the results of signifi-

cance or effect size were found (if not stated otherwise). § Partial  $\eta^2$  was higher without outliers. <sup>a</sup> Fully adjusted model (square root transformed) adjusted for age, sex, physical activity, SES, energy intake, paternal BMI (n = 424). <sup>b</sup> Fully adjusted model (square root transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, weight-for-height z-score, SES, energy intake, season (n = 430). <sup>c</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, weight-for-height z-score, SES, seasons (n = 430). <sup>d</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, energy intake, season (n = 430). <sup>e</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, season, urbanicity (n = 429). <sup>f</sup> Estimated marginal means using bootstrap, Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, SES, energy intake, paternal BMI (n = 425). <sup>g</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake (n = 430). <sup>h</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, paternal BMI, urbanicity (n = 424). <sup>i</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, energy intake, season (n = 430). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ).

**Table S3** Basic and fully adjusted models of the intake of minerals without supplements of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	Basic model †					Fully adjusted model ‡				
	VN (n 139)	VG (n 127)	OM (n 164)	p	Partial $\eta^2$	VN (n 139)	VG (n 127)	OM (n 164)	p	Partial $\eta^2$
Potassium (mg/d) <sup>a</sup>	1868 (1784-1952) <sup>1,2</sup>	1588 (1501-1676) <sup>1</sup>	1586 (1509-1664) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.065	1908 (1837-1979) <sup>1,2</sup>	1633 (1563-1703) <sup>1</sup>	1585 (1523-1646) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.113 §
Calcium (mg/d) <sup>b</sup>	404 (367-442)	429 (390-467)	476 (442-511)	0.018	0.019	401 (365-438)	437 (401-473)	469 (436-502)	0.033	0.017
Calcium without outliers (mg/d) <sup>b</sup>	374 (346-402)	429 (400-458)	472 (447-498) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.059	374 (347-401) <sup>1</sup>	434 (408-461)	469 (445-494) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.060
Magnesium (Ln(mg/d)) <sup>c</sup>	5.4 (5.4-5.5) <sup>1,2</sup>	5.2 (5.2-5.3) <sup>1</sup>	5.1 (5.0-5.1) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.147	5.5 (5.5-5.6) <sup>1</sup>	5.2 (5.2-5.3) <sup>1</sup>	5.1 (5.0-5.1) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.292 §
Iron (Ln(mg/d)) <sup>d</sup>	2.1 (2.0-2.2) <sup>1</sup>	1.9 (1.9-2.0) <sup>2</sup>	1.8 (1.7-1.8) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.111	2.2 (2.1-2.2) <sup>1</sup>	2.0 (1.9-2.0) <sup>1</sup>	1.7 (1.7-1.8) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.300
Zinc (Ln(mg/d)) <sup>e</sup>	1.6 (1.5-1.6)	1.5 (1.5-1.6)	1.6 (1.5-1.6)	0.194	0.008	1.6 (1.6-1.6)	1.5 (1.5-1.6)	1.6 (1.5-1.6)	0.111	0.012
Iodine (Ln( $\mu$ g/d)) <sup>f</sup>	3.4 (3.3-3.5) <sup>1</sup>	3.5 (3.4-3.6) <sup>2</sup>	3.8 (3.8-3.9) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.118	3.3 (3.2-3.4) <sup>1</sup>	3.6 (3.5-3.6) <sup>1</sup>	3.8 (3.8-3.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.167 §

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; CI, confidence interval; eq, equivalents; SES, socioeconomic status. Values are estimated marginal means (95 % confidence intervals) for typical cases. † Basic model adjusted for age and sex. ‡ Sensitivity analysis without outliers ( $|\text{standardized residuals}| > 3$ ) were carried out. No remarkable differences in the results of significance or effect size were found (if not stated otherwise). § Partial  $\eta^2$  was higher without outliers. <sup>a</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, seasons (n = 430). <sup>b</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, physical activity, SES, seasons (n = 429). <sup>c</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, weight-for-height z-score, paternal BMI, seasons (n = 425). <sup>d</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, weight-for-height z-score, physical activity, SES, seasons, urbanicity (n = 428). <sup>e</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, SES, paternal BMI, urbanicity, seasons (n = 422). <sup>f</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, SES, paternal BMI (n = 425). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ).

**Table S4** Basic and fully adjusted models of the intake of minerals with supplements of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study by diet group

	Basic model †					Fully adjusted model ‡				
	VN (n 139)	VG (n 127)	OM (n 164)	p	Partial $\eta^2$	VN (n 139)	VG (n 127)	OM (n 164)	p	Partial $\eta^2$
Potassium (mg/d) <sup>a</sup>	1866 (1782-1950) <sup>1,2</sup>	1587 (1500-1674) <sup>1</sup>	1587 (1510-1665) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.064	1906 (1835-1976) <sup>1,2</sup>	1632 (1562-17011) <sup>1</sup>	1586 (1524-1647) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.112 §
Calcium (mg/d) <sup>b</sup>	412 (375-450)	429 (390-468)	477 (442-513)	0.036	0.016	411 (374-448)	439 (402-476)	469 (435-502)	0.087	0.012
Calcium without outliers (mg/d) <sup>b</sup>	377 (348-406) <sup>1</sup>	430 (400-459)	473 (447-499) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.054	377 (350-405) <sup>1</sup>	435 (409-462)	470 (445-494) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.055
Magnesium (mg/d) <sup>c</sup>	258 (245-271) <sup>1,2</sup>	199 (185-212) <sup>1</sup>	171 (59-183) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.184	276 (254-299) <sup>1</sup>	201 (190-211) <sup>1</sup>	172 (164-180) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.346
Iron (Ln(mg/d)) <sup>d</sup>	2.2 (2.1-2.2) <sup>1,2</sup>	1.9 (1.9-2.0) <sup>1</sup>	1.8 (1.7-1.8) <sup>2</sup>	< 0.0001	0.125	2.2 (2.2-2.3) <sup>1</sup>	2.0 (1.9-2.0) <sup>1</sup>	1.7 (1.7-1.8) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.272 §
Zinc (Ln(mg/d)) <sup>e</sup>	1.6 (1.5-1.6)	1.5 (1.5-1.6)	1.6 (1.5-1.7)	0.185	0.008	1.6 (1.6-1.7)	1.5 (1.5-1.6)	1.6 (1.5-1.6)	0.028	0.019
Iodine (Ln( $\mu$ g/d)) <sup>f</sup>	3.5 (3.4-3.6) <sup>1</sup>	3.6 (3.5-3.7) <sup>2</sup>	3.9 (3.8-3.9) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.082	3.5 (3.4-3.6) <sup>1</sup>	3.6 (3.5-3.7) <sup>2</sup>	3.9 (3.8-3.9) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.082 §

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; CI, confidence interval; eq, equivalents; SES, socioeconomic status. Values are estimated marginal means (95 % confidence intervals) for typical cases. † Basic model adjusted for age and sex. ‡ Sensitivity analysis without outliers ( $|standardized\ residuals| > 3$ ) were carried out. No remarkable differences in the results of significance or effect size were found (if not stated otherwise). § Partial  $\eta^2$  was higher without outliers. <sup>a</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, seasons (n = 430). <sup>b</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, physical activity, SES, seasons (n = 429). <sup>c</sup> Estimated marginal means using bootstrap, fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, weight-for-height z-score, paternal BMI, seasons (n = 425). <sup>d</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, weight-for-height z-score, physical activity, SES, seasons, urbanicity (n = 428). <sup>e</sup> Fully adjusted model (ln transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, SES, paternal BMI, urbanicity, seasons (n = 422). <sup>f</sup> Estimated marginal means (ln transformed) using bootstrap, fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, SES, paternal BMI (n = 425). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ).

**Table S5** Basic and fully adjusted models of the intake of fat, fatty acids and cholesterol without supplements of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study

	Basic model †					Fully adjusted model ‡				
	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial $\eta^2$	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial $\eta^2$
Total Fat (%E) <sup>a</sup>	33.3 (32.2-34.4)	33.6 (32.5-34.7)	33.1 (32.1-34.1)	0.781	0.001	31.2 (30.1-32.4) <sup>1</sup>	33.5 (32.1-34.9)	36.0 (34.2-37.7) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.049
Total SFA (%E) <sup>b</sup>	9.7 (9.1-10.4) <sup>1</sup>	12.3 (11.6-13.0) <sup>1</sup>	14.5 (13.9-15.1) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.199	8.7 (7.9-9.5) <sup>1</sup>	13.1 (12.2-14.1) <sup>1</sup>	15.8 (14.8-16.9) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.261
Total MUFA (%E) <sup>c</sup>	12.2 (11.7-12.7) <sup>1</sup>	11.6 (11.1-12.1)	11.1 (10.6-11.6) <sup>1</sup>	0.011	0.021	11.5 (11.0-12.0)	11.7 (11.2-12.7)	11.5 (11.1-12.0)	0.903	0.001
Total PUFA (%E) <sup>d</sup>	9.1 (8.7-9.5) <sup>1</sup>	7.1 (6.8-7.5) <sup>1</sup>	4.8 (4.6-5.0) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.431	9.2 (8.8-9.6) <sup>1</sup>	7.0 (6.6-7.4) <sup>1</sup>	5.0 (4.7-5.3) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.389 §
18:2n-6 (LA) (%E) <sup>e</sup>	7.4 (7.1-7.7) <sup>1</sup>	6.0 (5.7-6.3) <sup>1</sup>	4.0 (3.7-4.2) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.420	7.5 (7.2-7.8) <sup>1</sup>	5.8 (5.5-6.1) <sup>1</sup>	4.1 (3.8-4.4) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.384 §
18:3n-3 (ALA) (Log[%E]) <sup>f</sup>	0.08 (0.03-0.13) <sup>1</sup>	0.87 (0.13-0.05) <sup>1</sup>	0.21 (0.24-0.18) <sup>1</sup>	< 0.001	0.184	0.07 (0.02-0.10) <sup>1</sup>	0.12 (-0.17-0.07) <sup>1</sup>	0.23 (-0.28-0.18) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.185
LA:ALA <sup>g</sup>	0.78 (0.72-0.83)	0.84 (0.79-0.88)	0.78 (0.76-0.81)	0.070	0.013	0.78 (0.72-0.83)	0.86 (0.81-0.91)	0.82 (0.79-0.86)	0.018	0.020
20:4n-6 (AA) (Log[mg/d]) <sup>h</sup>	0.79 (0.72-0.86) <sup>1</sup>	1.01 (0.94-1.09) <sup>1</sup>	1.51 (1.45-1.57) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.370	0.69 (0.62-0.75) <sup>1</sup>	1.08 (1.01-1.14) <sup>1</sup>	1.55 (1.49-1.62) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.514 §
20:5n-3 (EPA) (Log[mg/d]) <sup>i</sup>	0.64 (0.56-0.71) <sup>1</sup>	0.46 (0.38-0.54) <sup>2</sup>	1.19 (1.12-1.27) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.316	0.51 (0.40-0.62) <sup>1</sup>	0.47 (0.36-0.59) <sup>2</sup>	1.18 (1.07-1.30) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.349
22:6n-3 (DHA) (Log[mg/d]) <sup>j</sup>	1.18 (1.10-1.26) <sup>1</sup>	1.18 (1.09-1.26) <sup>2</sup>	1.56 (1.49-1.64) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.133	1.04 (0.96-1.11) <sup>1</sup>	1.20 (1.12-1.27) <sup>2</sup>	1.59 (1.52-1.67) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.222 §
Cholesterol ( $\sqrt{[mg/1000 kcal]}$ ) <sup>k</sup>	5.0 (4.2-5.7) <sup>1</sup>	7.5 (6.8-8.2) <sup>1</sup>	9.9 (9.4-10.3) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.237	3.6 (3.1-4.21) <sup>1</sup>	7.7 (7.0-8.4) <sup>1</sup>	10.4 (9.8-11.0) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.493

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; %E, % of energy intake; SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; LA, linoleic acid; ALA,  $\alpha$ -linolenic acid; AA, arachidonic acid; EPA, eicosapentaenoic acid; DHA, docosahexaenoic acid. Values are estimated marginal means (95 % confidence intervals) for typical cases. † Basic model adjusted for age and sex. ‡ Sensitivity analysis without outliers ( $|standardized residuals| > 3$ ) were carried out. No remark-

able differences in the results of significance or effect size were found (if not stated otherwise). § Partial  $\eta^2$  was higher without outliers. <sup>a</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, urbanicity (n = 429). <sup>b</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, physical activity, paternal BMI, urbanicity, seasons (n = 423). <sup>c</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, weight-for-height z-score, urbanicity (n = 429). <sup>d</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, paternal BMI, seasons (n = 425). <sup>e</sup> Fully adjusted model adjusted for age, sex, breastmilk intake, paternal BMI, seasons (n = 425). <sup>f</sup> Fully adjusted model (log transformed, using bootstrap) adjusted for age, sex, breastmilk intake, paternal BMI (n = 425). <sup>g</sup> Fully adjusted model (using bootstrap) adjusted for age, sex, breastmilk intake, physical activity, paternal BMI, weight-for-height z-score (n = 424). <sup>h</sup> Fully adjusted model (log transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, weight-for-height z-score, energy intake, seasons (n = 430). <sup>i</sup> Fully adjusted model (log transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, physical activity, energy intake, seasons (n = 429). <sup>j</sup> Fully adjusted model (log transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, physical activity, energy intake, seasons (n = 429). <sup>k</sup> Fully adjusted model (square root transformed, using bootstrap) adjusted for age, sex, breastmilk intake, physical activity (n = 429). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ).

**Table S6** Basic and fully adjusted models of the intake of EPA and DHA without supplements of vegan (VN), vegetarian (VG), and omnivorous (OM) children in the VeChi Diet Study

	Basic model †					Fully adjusted model ‡				
	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial $\eta^2$	VN (n = 139)	VG (n = 127)	OM (n = 164)	p	Partial $\eta^2$
20:5n-3 (EPA) (Log[mg/d]) <sup>a</sup>	0.71 (0.62-0.80) <sup>1</sup>	0.53 (0.44-0.62) <sup>2</sup>	1.20 (1.11-1.28) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.229	0.58 (0.49-0.67) <sup>1</sup>	0.55 (0.46-0.63) <sup>2</sup>	1.20 (1.10-1.29) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.250 §
22:6n-3 (DHA) (Log[mg/d]) <sup>b</sup>	1.22 (1.14-1.31) <sup>1</sup>	1.25 (1.15-1.34) <sup>2</sup>	1.56 (1.48-1.64) <sup>1,2</sup>	< 0.0001	0.088	1.09 (1.00-1.17) <sup>1</sup>	1.27 (1.19-1.35) <sup>1</sup>	1.59 (1.51-1.68) <sup>1</sup>	< 0.0001	0.158 §

VN, vegan; VG, vegetarian; OM, omnivorous; %E, % of energy intake; SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; LA, linoleic acid; ALA,  $\alpha$ -linolenic acid; AA, arachidonic acid; EPA, eicosapentaenoic acid; DHA, docosahexaenoic acid. Values are estimated marginal means (95 % confidence intervals) for typical cases. † Basic model adjusted for age and sex. ‡ Sensitivity analysis without outliers ( $|$ standardized residuals $| > 3$ ) were carried out. No remarkable differences in the results of significance or effect size were found (if not stated otherwise). § Partial  $\eta^2$  was higher without outliers. <sup>a</sup> Fully adjusted model (log transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, energy intake, seasons, urbanicity (n = 428). <sup>b</sup> Fully adjusted model (log transformed) adjusted for age, sex, breastmilk intake, physical activity, energy intake, seasons (n = 429). <sup>1,2</sup> superscript numbers indicate statistical significance (Bonferroni adjusted) in the fully adjusted model (at least  $p \leq 0.001$ ).

## 4 Allgemeine Diskussion

Als Grundlage für die allgemeine Diskussion werden zunächst die Studienergebnisse zusammengefasst. Im Anschluss folgen die Diskussion der Ergebnisse im weiteren Problemkreis sowie Möglichkeiten und Grenzen der Studie. Schließlich werden Empfehlungen für die Praxis getroffen.

### 4.1 Zusammenschau der Ergebnisse

In der VeChi Diet-Studie wurden 430 Kleinkinder im Alter von 1-3 Jahren untersucht. Die Familien hatten überwiegend einen hohen SES (> 70 %) und wohnten in Mittel- oder Großstädten (> 65 %). Das Hauptmotiv, eine VG oder VN Ernährung zu wählen, war Ethik (> 60 %), gefolgt von gesundheitlichen Gründen (> 20 %). Die meisten Charakteristika (Alter, Geschlecht etc.) der Gruppen unterschieden sich im Mittel nicht signifikant. Allerdings wurden VN ernährte Kinder signifikant länger ausschließlich sowie insgesamt gestillt im Vergleich zu VG und OM ernährten Kindern (Weder *et al.* 2019). Laut 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokollen war die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln insgesamt und von Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementen bei VN ernährten Kindern am höchsten ( $p < 0,0001$ ) (Weder *et al.* [under review]).

#### 4.1.1 Anthropometrie (Weder *et al.* 2019)

Die durchschnittlichen standardisierten anthropometrischen Daten der Ernährungsgruppen unterschieden sich im finalen adjustierten Modell nicht und lagen im normalen Bereich (FS1). Dennoch waren nach den Wachstumsstandards der Weltgesundheitsorganisation (*world health organization*, WHO) (WHO 2006) etwas mehr VN (3,6 %) und VG (2,4 %) als OM (0,0 %) ernährte Kinder als „*stunted*“ (minderwüchsig/ zu klein für ihr Alter) klassifiziert (WHO-Klassifizierung s. **Anhang B, Abb. A2**). Bezogen auf Körpergewicht-zu-Körpergröße wurden mehr VN (3,6 %) ernährte Kinder als „*wasted*“ (abgemagert/ zu leicht für ihre Körpergröße) als OM (0,6 %) und VG (0,0 %) ernährte Kinder bewertet. Demgegenüber war der Anteil der OM (23,2 %) ernährten Kinder mit Übergewicht bzw. möglichem Risiko für Übergewicht im Vergleich zu VG (18,1 %) und VN (18,0 %) ernährten Kindern höher.

#### 4.1.2 Energie und Makronährstoffe (Weder *et al.* 2019)

Die **Energie**zufuhr (sowohl Gesamtenergie pro Tag als auch Energiedichte) unterschied sich zwischen den Gruppen nicht (FS2). Die mediane Energiezufuhr aller Gruppen lag etwas unterhalb der Richtwerte. Im Gegensatz dazu lag die mediane **Protein-, Fett-, Kohlenhydrat-, zugesetzte Zucker-** sowie **Ballaststoff**zufuhr jeweils im Bereich der D-A-CH-

Referenzwerte bzw. unterhalb des Limits für freie Zucker der WHO (FS4) (WHO 2015; Ernst *et al.* 2018; DGE *et al.* 2020). Nach Adjustierung für diverse Kovariaten stieg die mittlere Zufuhr jeweils an Protein, Gesamtfett und zugesetzten Zuckern mit dem Anteil tierischer Lebensmittel in den Ernährungsformen (OM > VG > VN). Demgegenüber stieg die durchschnittliche Zufuhr an Kohlenhydraten und Ballaststoffen mit dem Anteil pflanzlicher Lebensmittel in den Ernährungsformen (VN > VG > OM). Diese Effekte waren signifikant (mind.  $p < 0,001$ ) für Protein (OM vs. VG und VN), Fette (OM vs. VN), Kohlenhydrate (OM vs. VN), zugesetzte Zucker (nur ohne Ausreißer, OM vs. VN) und Ballaststoffe (OM vs. VG vs. VN) (FS2).

### 4.1.3 Mikronährstoffe, Fettsäuren und Cholesterol (Weder *et al.* [under review])

Die **Mikronährstoff**zufuhr (ohne Supplemente) zwischen VN ernährten Kindern und den Kindern der beiden anderen Ernährungsformen unterschied sich nach finaler Adjustierung im Mittel signifikant (mind.  $p < 0,001$ ), mit Ausnahme von Vitamin A,  $\beta$ -Carotin, Vitamin D und Zink. VG und OM ernährte Kinder differierten nur in der mittleren Zufuhr von Vitamin E, B<sub>2</sub>, Magnesium, Eisen und Jod signifikant. Zwischen VG und VN ernährten Kindern gab es im Durchschnitt keine signifikanten Unterschiede in der Zufuhr von Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin C und Kalzium. VN ernährte Kinder hatten dabei die höchste mediane Zufuhr an den meisten Vitaminen (Vitamine E, K, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, Folat und C) und Mineralstoffen (Kalium, Magnesium, Eisen). OM ernährte Kinder hatten im Vergleich die höchste durchschnittliche Zufuhr an Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin B<sub>12</sub>, Kalzium und Jod. Die Mikronährstoffzufuhr von VG ernährten Kindern lag im Median überwiegend dazwischen (FS3).

Die Unterschiede der durchschnittlichen Nährstoffzufuhr zwischen den Gruppen blieben nach Einbezug von Supplementen gleich, nur die Effektgrößen waren ohne Nahrungsergänzungsmittel in der Regel größer. Ausnahmen bildeten die Vitamine B<sub>12</sub> und D, deren Zufuhr mit Einbezug der Nahrungsergänzungsmittel durchschnittlich bei VN ernährten Kindern am höchsten war.

Die D-A-CH-Referenzwerte wurden im Median *ohne Supplemente* nicht erreicht bei: Vitamin E (OM: nur Referenzwert für Jungen), Vitamin B<sub>1</sub> (alle), Vitamin B<sub>2</sub> (alle), Folat (VG, OM), Vitamin B<sub>12</sub> (VN, VG), Vitamin D (alle), Kalzium (alle), Eisen (VG, OM) und Jod (alle). *Mit Supplementen* erreichten VN ernährte Kinder durchschnittlich zusätzlich die D-A-CH-Referenzwerte für Vitamin B<sub>12</sub> und Vitamin D (FS4).

In der mittleren Zufuhr der meisten **Fettsäuren** zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen allen Ernährungsformen (mind.  $p < 0,001$ ). Keinen Unterschied gab es in der durchschnittlichen Zufuhr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren (*monounsaturated fatty acids*, MUFA) und dem Verhältnis von LA zu  $\alpha$ -Linolensäure ( *$\alpha$ -linolenic acid*, ALA) (FS3). Die EPA-

Zufuhr unterschied sich im Mittel zwischen VG und VN ernährten Kindern nicht signifikant. Im Allgemeinen hatten VN ernährte Kinder das günstigste Fettsäurezufuhrmuster, gefolgt von VG ernährten Kindern. So hatten VN ernährte Kinder durchschnittlich die höchste Zufuhr an PUFA sowie die niedrigste Zufuhr an SFA und AA. Allerdings war die mediane EPA- und DHA-Zufuhr (mit und ohne Supplemente) von VG und VN ernährten Kindern wesentlich geringer als die der OM ernährten Kinder. Sie lag in Summe nur etwa halb so hoch (FS3). Nur OM ernährte Kinder überschritten im Durchschnitt die für Kinder maximal empfohlene tägliche Zufuhr von alimentärem **Cholesterol** (FS4).

**Tabelle 2. Übersicht der Ergebnisse bzgl. der signifikant höchsten Zufuhren<sup>1</sup> über Lebensmittel (ohne Supplemente) von VN und OM ernährten Kleinkindern in der VeChi Diet-Studie.**

	Höchste mittlere Zufuhr bei VN ernährten Kindern	Höchste mittlere Zufuhr bei OM ernährten Kindern
Makronährstoffe, zugesetzte Zucker und Ballaststoffe	Kohlenhydrate <sup>2</sup> Ballaststoffe	Protein Fett <sup>2</sup> zugesetzte Zucker
Mikronährstoffe <sup>2</sup>	Vitamin E Vitamin K Vitamin B <sub>1</sub> Vitamin B <sub>6</sub> Folat Vitamin C Kalium Magnesium Eisen	Vitamin B <sub>2</sub> Vitamin B <sub>12</sub> Kalzium Jod
Fettsäuren und Cholesterol	PUFA LA ALA	SFA AA EPA DHA Cholesterol

AA, Arachidonsäure; ALA, α-Linolensäure; DHA, Docosahexaensäure; EPA, Eicosapentaensäure; LA, Linolsäure; OM, omnivor; PUFA, mehrfach ungesättigte Fettsäuren; SFA, gesättigte Fettsäuren; VN, vegan

<sup>1</sup> Keine signifikanten Unterschiede gab es bei der Zufuhr von Nahrungsenergie, Vitamin A, β-Carotin, Vitamin D, Zink und einfach ungesättigten Fettsäuren (s. Weder *et al.* [under review])

<sup>2</sup> höchste Zufuhr nur nach Adjustierung für diverse Kovariaten (s. Weder *et al.* 2019)

**Tabelle 2** fasst die Nährstoffe (sowie Ballaststoffe und Cholesterol) zusammen, die bei VN und OM ernährten Kindern jeweils durchschnittlich am höchsten zugeführt wurden. Die Zufuhr der VG ernährten Kinder lag überwiegend zwischen den beiden anderen Ernährungsgruppen.

## 4.2 Interpretation der Ergebnisse im größeren Kontext

Die meisten Studienergebnisse wurden bereits ausführlich in den zwei Publikationen diskutiert. Hier sollen daher weitere, bisher nicht ausführlich diskutierte Aspekte aufgegriffen werden.

In den Anfängen der Ernährungswissenschaften lag der Fokus primär auf isolierten Nährstoffen und einzelnen Lebensmitteln. Dieser reduktionistische Ansatz ignoriert jedoch beispielsweise, dass Nährstoffe und Lebensmittel typischerweise nicht isoliert konsumiert werden, sondern mit anderen Nährstoffen und Lebensmitteln korrelieren (Reedy *et al.* 2018). In den letzten Jahrzehnten lag das Hauptaugenmerk der Forschung auf potenziellen Gesundheitseffekten verursacht durch Interaktionen von verschiedenen Lebensmitteln bzw. Ernährungsmustern (z. B. *Healthy Eating Index*, Mediterrane Diät). Wie aber die verschiedenen nationalen und internationalen Empfehlungen zur VG und VN Ernährung zeigen (s. **Kapitel 1.3**), basiert die Kritik an der VG und vor allem an der VN Ernährung (bei Kindern) vornehmlich auf potenziellen Nährstoffdefiziten. Aus diesem Grund wurde der Fokus dieser Thesis auf die Nährstoff- und nicht auf die Lebensmittelebene gelegt. Als **potenziell kritische Nährstoffe** nennen die Fachgesellschaften und Institutionen bei VG (Kinder-) Ernährung Protein bzw. unentbehrliche Aminosäuren, Vitamin B<sub>12</sub>, Vitamin D, Kalzium, Eisen, Zink, (EPA und) DHA bzw. n3-Fettsäuren (Koletzko *et al.* 2013; Ferrara *et al.* 2017; Redecilla Ferreiro *et al.* 2020), selten auch Jod (National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde 2015). Bei VN (Kinder-) Ernährung sind es zusätzlich Energie(dichte), Vitamin B<sub>2</sub> und Selen (Phillips 2005; Amit 2010; Dietitians of Canada 2010; National Health and Medical Research Council 2013; National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde 2015; Melina *et al.* 2016; Richter *et al.* 2016; Agnoli *et al.* 2017; Rudloff *et al.* 2018), teilweise auch Vitamin A (Ferrara *et al.* 2017; Redecilla Ferreiro *et al.* 2020) und Folat (Fewtrell *et al.* 2017). Baroni *et al.* (2018) sehen außerdem eine hohe Ballaststoffzufuhr kritisch. In **Tabelle 3** wird zusammengefasst dargestellt, bei welchen dieser potentiell kritischen Nährstoffe ein erhöhtes Risiko für eine ungenügende Zufuhr in der VeChi Diet-Studie (ohne Supplementierung) bestätigt oder nicht bestätigt wurde.

Insgesamt fällt auf, dass besonders bei einer VN Ernährung mehrere von Fachgesellschaften als potentiell kritisch eingestufte Nährstoffe in der VeChi Diet-Studie nicht als kritisch identifiziert wurden. Dagegen erschienen bei einer VG und auch bei einer OM Kinderernährung einige Nährstoffe zusätzlich potentiell kritisch. Hier gilt jedoch zu beachten, dass eine mediane Zufuhr unterhalb der D-A-CH-Referenzwerte nicht zwangsläufig mit einem Nährstoffmangel gleichzusetzen ist. Sie erhöht lediglich die Wahrscheinlichkeit einer Unterversorgung, da der tatsächliche Nährstoffbedarf individuell unterschiedlich ist. Aus diesem Grund

sind Biomarker in Blut oder Urin sowie anthropometrische und klinische Kenngrößen bei der Beurteilung der Nährstoffversorgung hinzuzuziehen (DGE *et al.* 2020). In zukünftigen Studien sollten vorrangig diejenigen Nährstoffe bei VG und VN ernährten Kindern und Jugendlichen untersucht werden, bei denen eine im Vergleich zum Referenzwert niedrige Zufuhr in der VeChi Diet-Studie festgestellt wurde.

**Tabelle 3. Vergleich kritischer Nährstoffe und Energie laut VeChi Diet-Studie (ohne Supplementierung) mit denen laut Fachgesellschaften bei VG, VN und OM Kinderernährung (in Deutschland bzw. Europa).**

	<b>Bestätigte (potentiell) kritische Nährstoffe und Energie</b>	<b>Weitere (potentiell) kritische Nährstoffe und Energie</b>	<b>Nicht bestätigte (potentiell) kritische Nährstoffe<sup>1</sup></b>
<b>VG</b>	Vitamin B <sub>12</sub> Vitamin D Kalzium Eisen Jod EPA und DHA	(Energie) <sup>3</sup> Vitamin B <sub>1</sub> Vitamin B <sub>2</sub> (Folat) <sup>3</sup>	Protein Vitamin A Zink
<b>VN</b>	(Energie) <sup>3</sup> Vitamin B <sub>2</sub> Vitamin B <sub>12</sub> Vitamin D Kalzium Jod EPA und DHA	Vitamin B <sub>1</sub>	Protein Vitamin A Folat Eisen Zink
<b>OM<sup>2</sup></b>	Vitamin E Folat Vitamin D Kalzium Eisen Jod ALA EPA und DHA	(Energie) <sup>3</sup> Vitamin B <sub>1</sub> Vitamin B <sub>2</sub>	Kalium

ALA,  $\alpha$ -Linolensäure; DHA, Docosahexaensäure; EPA, Eicosapentaensäure; OM, omnivor; VN, vegan; VG, vegetarisch

<sup>1</sup>Nicht ausgewertet: Selenzufuhr

<sup>2</sup>(Alexy und Kersting 2012; EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies 2013; Kaganov *et al.* 2015; Lehmann *et al.* 2020)

<sup>3</sup>Liegen nur geringfügig ( $\geq 95\%$ ) unterhalb der D-A-CH-Referenzwerte bzw. des individuell berechneten Energiebedarfs nach (Henry 2005)

Der potentiell kritische Nährstoff Selen wurde in der VeChi Diet-Studie nicht ausgewertet, da der BLS, auf dem die Nährstoffdatenbank LEBTAB basiert, keine Daten zu Selengehalten in Lebensmitteln enthält (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2017).

Hervorzuheben ist, dass bei der Auswertung der Nährstoffzufuhr inkl. Supplemente die Zufuhrempfehlungen für die Vitamine B<sub>12</sub> und D bei VN ernährten Kindern erreicht wurden. Allerdings können nur Biomarker (z. B. Holo-TC und Methylmalonsäure [*methylmalonic acid*, MMA] im Blut) zeigen, ob die Dosis und Häufigkeit der Vitamin-B<sub>12</sub>- und Vitamin-D-Supplementierung für die Versorgung mit diesen Vitaminen ausreichend sind. Eisen könnte bei VN Ernährung zusätzlich als potentiell kritisch eingestuft werden, wenn die Erhöhung der Zufuhrempfehlung bei VG und VN Ernährung um 80 % gegenüber einer OM Ernährung vorgenommen würde, wie von zwei Ernährungsfachgesellschaften im Ausland empfohlen wird (Trumbo *et al.* 2001; National Health and Medical Research Council und New Zealand Ministry of Health 2017).

### 4.3 Möglichkeiten und Grenzen der VeChi Diet-Studie

Möglichkeiten und Grenzen der Studie wurden in beiden Publikationen dargestellt. Einige davon werden im Folgenden ausführlicher diskutiert.

#### 4.3.1 Studiendesign

Die VeChi Diet-Studie ist eine Querschnittsstudie und erlaubt damit keine Aussagen über die langfristige Nährstoffzufuhr und das Wachstum von VG und VN ernährten Kindern. Hierfür sollen in der Zukunft weitere Untersuchungen in einer Folgerhebung an einem (möglichst großen) Teilkollektiv durchgeführt werden. Ein Vorteil der VeChi Diet-Studie ist, dass die prospektive Ernährungserhebung nicht auf dem Erinnerungsvermögen der Eltern basierte. Als Beobachtungsstudie lässt die VeChi Diet-Studie keine kausalen Schlüsse zu einer VG und VN Ernährung in der Kindheit zu. Allerdings wäre eine Interventionsstudie in dieser Altersgruppe ethisch fragwürdig und die Compliance ggf. nicht gegeben.

#### 4.3.2 Studienteilnehmer\*innen

Teilnehmer\*innen von Ernährungsstudien sind oft gesundheitsbewusster als die Allgemeinbevölkerung und haben einen höheren SES (Buyken *et al.* 2012; Dankers und Hesecker 2020; Kersting *et al.* 2020). Als Konsequenz sind die Unterschiede zwischen den Ernährungsgruppen in der Gesamtbevölkerung vermutlich noch größer als in unserer Studie. Daneben konnte das Kollektiv der VeChi Diet-Studie nicht repräsentativ ausgewählt werden, da die genaue Anzahl und Merkmale von VG und VN ernährten Kindern in Deutschland unklar sind (s. **Kapitel 1**). Darüber hinaus resultierte die Aufnahme von 62 Kindern der DONALD

Studie in einer Überrepräsentierung von Kindern aus Nordrhein-Westfalen, wo die DONALD Studie ansässig ist (33,7 % aller Kinder). Daher ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt. Dennoch gab es in den Hauptcharakteristika der Studiengruppen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf Wohnortgröße und SES sowie weitere Variablen wie Alter, physische Aktivität oder Geburtsgewicht.

Eine Hauptstärke der VeChi Diet-Studie ist die große Proband\*innenzahl mit einer eng definierten Altersgruppe. Die meisten der in **Kapitel 1.2** dargestellten Studien mit VG und VN ernährten Kindern untersuchten nur kleine Gruppen (meist  $\leq 50$  Proband\*innen [Keller und Müller 2016]), was zu einer geringeren statistischen Power führen kann. So könnten mögliche Unterschiede zwischen Gruppen übersehen worden sein. Weiterhin bezogen viele Studien verschiedene Entwicklungsphasen in ihre Studien ein, z. B. Kinder und Jugendliche im Alter von 2-18 Jahren (Gorczyca *et al.* 2011; Gorczyca *et al.* 2013). Durch die Unterschiede in Wachstum und Entwicklung zwischen Kindheit und Jugend und den damit einhergehenden Anforderungen an die Ernährung sowie durch die Unterschiede im Ernährungsverhalten sollten beispielsweise Vorschulkinder möglichst nicht in der gleichen Analyse wie Jugendliche betrachtet werden.

### 4.3.3 Datenerhebung

#### **Anthropometrie**

Eine große Limitation der VeChi Diet-Studie ist die Selbstangabe von Körpergröße und -gewicht (überwiegend) durch die Sorgeberechtigten. Diese Daten sind anfälliger für *Bias* (Verzerrungen) als von Fachpersonal gemessene Werte und sollten daher mit Vorsicht betrachtet werden (Himes 2009; Huybrechts *et al.* 2011).

Insgesamt ergaben Validierungsstudien zu Eigenangaben von Körpergewicht und -größe durch Eltern unterschiedliche Ergebnisse. Viele Studien zeigten, dass Körpergewicht und -größe von Kindern meist *unterschätzt* wurden (Akerman *et al.* 2007; Shields *et al.* 2011; Gordon und Mellor 2015; Esteban-Vasallo *et al.* 2020); teilweise auch nur das Körpergewicht (Huybrechts *et al.* 2011; Brettschneider *et al.* 2012) oder nur die Körpergröße (Weden *et al.* 2013). Vor allem bei übergewichtigen Kindern wurde meist das Körpergewicht/der BMI *unter-* und bei untergewichtigen Kindern *überschätzt* (Wing *et al.* 1980; Akerman *et al.* 2007; Scholtens *et al.* 2007; Van Cauwenberghe *et al.* 2014; Gordon und Mellor 2015). Ein weiterer Einflussfaktor war z. B. das Alter. So wurde vor allem bei jungen Kindern (2-8 Jahre) teilweise das Gewicht *überschätzt* oder die Körpergröße *unterschätzt*, was insgesamt zu einer *Überschätzung* von übergewichtigen Kindern führte (Dubois und Girard 2007; Shields *et al.* 2011; Gordon und Mellor 2015; Esteban-Vasallo *et al.* 2020) – bei älteren Kindern und Jugendlichen wird dieser Anteil hingegen eher *unterschätzt* (Garcia-Marcos *et al.* 2006;

Akinbami und Ogden 2009; Brettschneider *et al.* 2012). In anderen Validierungsstudien zeigte sich das Gegenteil: Während das Körpergewicht *unterschätzt* wurde, wurde die Körpergröße *überschätzt* (Wing *et al.* 1980; Scholtens *et al.* 2007).

In diesen Validierungsstudien wurden die anthropometrischen Maßzahlen oft nur geschätzt oder es war unklar, ob die Kinder von ihren Eltern gemessen wurden oder die Eltern die Daten schätzten. Huybrechts *et al.* (2011) verglichen die Qualität der Elternangaben und zeigten, dass gemessene Daten besser als geschätzte Daten waren.

Insgesamt bewerten nur wenige Validierungsstudien Elternangaben als valide Methode, um anthropometrische Daten von Kindern zu sammeln (Sekine *et al.* 2002; Wright *et al.* 2018; Chai *et al.* 2019), teilweise nur mit Einschränkungen (nicht auf individueller Ebene) (Wright *et al.* 2018) oder nicht für übergewichtige Kinder (Wing *et al.* 1980; Scholtens *et al.* 2007).

Auf Grundlage dieser Studienergebnisse könnte es durch das geringe Alter der Proband\*innen in der VeChi Diet-Studie sein, dass mehr Kinder als *untergewichtig* und weniger als *übergewichtig* klassifiziert werden müssten. Die Sorgeberechtigten in der VeChi Diet-Studie wurden zwar angehalten, ihre Kinder zu messen oder gemessene Werte der Pädiater\*innen anzugeben. Daher könnten die Werte genauer sein als in einigen der Validierungsstudien. Jedoch gab es keine genaue Anleitung, wie gemessen werden sollte und keine Kontrolle, ob tatsächlich gemessen wurde. Dennoch sei es nach Himes (2009) nicht unangemessen, die Prävalenzen von Übergewicht zu vergleichen, wenn die gleiche Vorgehensweisen bei der Beschaffung der Elternangaben genutzt wird. Dies war in der VeChi Diet-Studie der Fall, wobei unklar ist, ob es durch die Ernährungsform einen zusätzlichen Bias gibt.

### **3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle und Nährstoffdatenbank LEBTAB**

Eine Hauptstärke der VeChi Diet-Studie ist die detaillierte Erfassung der Ernährung in Wiege-Ernährungsprotokollen. Diese Methode ist für junge Kinder (0,5-4 Jahre) am besten geeignet (Burrows *et al.* 2010) und ein *Underreporting* ist bei 1-5-jährigen Kindern mit dieser Methode unwahrscheinlich (lediglich 1 %) (Sichert-Hellert *et al.* 1998). Um die *Compliance* (Einhaltung der Studienvorgaben) zu erhöhen und die Eltern der sehr jungen Kinder nicht zu überfordern, wurden drei Tage zum Protokollieren ausgewählt. Damit wurde in Kauf genommen, dass Lebensmittel, die nicht täglich verzehrt werden, wie beispielsweise Fisch, nicht erfasst werden. Die Sorgeberechtigten waren angehalten, die normale Ernährung ihrer Kinder zu protokollieren. Jedes Protokoll wurde auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Fehlende Informationen wurden umgehend angefragt.

Die Nährstoffdatenbank LEBTAB garantiert eine hohe Genauigkeit, da hier die Zusammensetzung einzelner Lebensmittel, die nicht im BLS vorhanden sind, auf Grundlage der mar-

kenspezifischen Inhaltsstoffe und Nährwerte simuliert werden. Die Anreicherung von Lebensmitteln sowie die Zusammensetzung von Supplementen wurden genau erfasst. Dies ermöglichte eine Auswertung auf Mikronährstoffebene, die mit den Daten des BLS alleine nicht möglich gewesen wäre. Besondere VG und VN Lebensmittel (wie Fleisch- und Milchalternativen), die sich in ihrer Zusammensetzung teilweise sehr unterscheiden, wurden produktspezifisch erfasst. So wurden 400 neue Produkte für die VeChi-Studien simuliert. Darunter 140 verschiedene Milchalternativen (inkl. Joghurt- und Sahnealternativen, VN Desserts) und 130 verschiedenen Fleisch- und Wurstalternativen. Insgesamt ist eine detaillierte Methode wie das Wiege-Ernährungsprotokoll gerade bei VG und VN Ernährung essentiell.

Dennoch erlaubt der Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr mit den D-A-CH-Referenzwerten keine genauen Rückschlüsse auf die Nährstoffversorgung. Zum einen basieren die D-A-CH-Referenzwerte für jüngere Altersgruppen meist auf Extrapolationen von Zufuhren von Erwachsenen (DGE *et al.* 2020). Zum anderen basieren sie auf einer OM Ernährung und berücksichtigen damit (überwiegend) nicht die speziellen Anforderungen an eine VG oder VN Ernährung (Ausnahme: Zink). Dazu zählt z. B. ein niedrigerer Kalziumbedarf als Folge einer niedrigeren Proteinzufuhr, ein höherer Eisenbedarf u. a. wegen hoher Phytatkonzentrationen in der Nahrung oder ein höherer Proteinbedarf wegen der geringeren Biologischen Wertigkeit und Verdaulichkeit von pflanzlichen Proteinen (Messina und Mangels 2001; Trumbo *et al.* 2001; National Health and Medical Research Council und New Zealand Ministry of Health 2017). Wie oben bereits erwähnt, sollten die Zufuhrdaten mit objektiven Biomarkern ergänzt werden, um den Nährstoffstatus zu bestimmen.

Daneben konnte die Zufuhr der Menge an Muttermilch nur geschätzt werden. Durch Verwendung der Mediane von insgesamt 5.288 Muttermilchmahlzeiten aus der DONALD-Studie wurden die Verzehrmenen auf Basis von gewogenen Muttermilchmengen berechnet. Die Muttermilchzusammensetzung basierte dabei auf Nährstoffdatenbanken, die von sich OM ernährenden Stillenden gewonnen wurden. Allerdings zeigte ein aktuelles systematisches Review, dass VG, VN und OM Mütter Milch mit vergleichbarem Nährstoffgehalt produzierten. Unterschiede zeigten sich lediglich bei den Fettsäuren und einzelnen Mikronährstoffen, vor allem Vitamin B<sub>12</sub> (Karcz und Królak-Olejniak 2021). Da fast alle VN ernährten Kinder der VeChi Diet-Studie Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplemente erhielten, wäre ein geringerer Vitamin-B<sub>12</sub>-Gehalt in der Muttermilch für die Nährstoffversorgung der Kinder eher zu vernachlässigen. Die veränderte Fettsäurezusammensetzung von sich VN ernährenden Stillenden (weniger SFA, mehr PUFA) ist eher positiv einzuschätzen (Ausnahme: teilweise Defizit in EPA und DHA).

#### 4.3.4 Einteilung der Ernährungsformen

Ein weiterer möglicher Kritikpunkt ist die Einteilung der Ernährungsformen, die nicht anhand der protokollierten Lebensmittel, sondern anhand der Angaben der Eltern durchgeführt wurde. Studien mit Erwachsenen zeigen, dass die dokumentierte Lebensmittelauswahl nicht immer mit der Selbsteinteilung übereinstimmt (White *et al.* 1999; Barr und Chapman 2002; Haddad und Tanzman 2003). In der VeChi Diet-Studie wurde die Einteilung der Ernährungsformen primär anhand der Angaben der Eltern durchgeführt. Sie wurde korrigiert, wenn zu viele Ausnahmen bei der Verwendung tierischer Lebensmittel gemacht wurden, um die Unterschiede zwischen den objektiv definierten Ernährungsformen zu untersuchen. Die Kriterien für die Korrekturen wurden dabei an eine große epidemiologische Studie mit erwachsenen Vegetarier\*innen und Veganer\*innen, die US-amerikanische *Adventist Health Study* (AHS)-2 mit insgesamt ca. 96.000 Siebten-Tags-Adventisten (**Anhang B, Tabelle A2**), angelehnt. In der VeChi Diet-Studie wurden VG ernährte Kinder, die angaben,  $\geq 1$  x pro Woche Fleisch/Fisch zu verzehren, als OM ernährte Kinder eingeteilt. VG ernährte Kinder durften demnach maximal 3 x pro Monat Fleisch/Fisch verzehren, vergleichbar mit den Semi-Vegetarier\*innen der AHS-2, die bis zu 4 x pro Monat Fleisch/Fisch verzehrten. Diese entschärfte Definition wurde für Kinder als angemessen betrachtet, da diese vermutlich mehr (versehentliche) Ausnahmen als Erwachsene machen, z. B. auf Kindergeburtstagen, in der Kindertagesstätte etc. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass der dreimalige Verzehr von tierischen Produkten im Monat keinen großen Effekt auf die Nährstoffzufuhr sowie den Nährstoffstatus hat. Analog dazu durften VN ernährte Kinder maximal dreimal im Monat tierische Lebensmittel verzehren.

Auch in der Studie von Sabaté *et al.* (1992) verzehrten Kinder, die als VG klassifiziert wurden, weniger als einmal pro Woche, also maximal dreimal im Monat Fleisch. In der Studie von Nathan *et al.* (1996) verzehrten im Gegensatz dazu sogar 23 von 36 der selbst erklärten Vegetarier\*innen Fisch. Dies zeigt die Problematik einer uneinheitlichen Definition von Vegetarier\*innen und Veganer\*innen in ernährungswissenschaftlichen Studien, die die Vergleichbarkeit dieser Studien verringert.

#### 4.4 Empfehlungen für die Praxis

Ein Ziel der VeChi Diet-Studie und dieser Promotion war es, potentiell kritische Nährstoffe einer aktuellen VG und VN Ernährung im Kindesalter zu identifizieren, um konkrete Handlungsempfehlungen (Auswahl von Lebensmitteln, angereicherten Lebensmitteln, Supplementen) geben zu können.

Die Fachartikel „Vegane Kinderernährung: Hinweise zur praktischen Umsetzung“ (Alexy *et al.* 2020b) und „Vegetarische und vegane Ernährung im Kindesalter“ (Alexy *et al.* 2020c, 2020d), die bereits im Rahmen des Forschungsprojekts publiziert wurden, zeigen auf, wie potentiell kritische Nährstoffe einer VN Ernährung ab dem Säuglingsalter anhand praktischer lebensmittelbasierter Empfehlungen gedeckt werden können. Für OM ernährte Kinder und Jugendliche hat das damalige Forschungsinstitut für Kinderernährung (FKE) den Ernährungsplan für das erste Lebensjahr für Säuglinge sowie die Optimierte Mischkost (OMK) entwickelt (Alexy *et al.* 2008; Alexy und Hilbig 2016). Der „Ernährungsplan für das 1. Lebensjahr“ wurde für eine VG/VN Säuglingsernährung modifiziert (**Anhang E, Abb. A3**) und die Optimierte Vegane Kost (OVK) analog zur OMK auf Grundlage der Verzehrdaten in der VeChi Diet-Studie entwickelt. Anhand von Beispielmahlzeiten, Hinweisen zur Lebensmittelauswahl und täglichen Verzehrmenen soll es Eltern VN ernährter Kinder erleichtert werden, den Nährstoffbedarf zu decken (**Anhang E, Tabelle A3**). Wichtig sind dabei auch notwendige bzw. sinnvolle Supplemente, vor allem Vitamin B<sub>12</sub>. Praktische Empfehlungen, wie die Verwendung eines mit DHA-angereicherten Pflanzenöls, eines kalziumreichen Mineralwassers und mit Kalzium angereicherter Pflanzendrinks sowie Hinweise zur Verbesserung der Bioverfügbarkeit von Eisen und Zink aus pflanzlichen Lebensmitteln, werden erläutert.

Damit diese Empfehlungen die Eltern erreichen, ist eine Zusammenarbeit mit Pädiater\*innen entscheidend. Zumeist stehen Kinder- und Jugendärzt\*innen besonders einer VN Ernährung kritisch oder ablehnend gegenüber (Kersting *et al.* 2018; Alexy *et al.* 2019; Gerschlaue *et al.* 2019; Bivi *et al.* 2021). Daher haben Eltern mit alternativen Ernährungsformen teilweise eine misstrauische Haltung gegenüber einer kinderärztlichen Beratung. Als Folge informieren manche Eltern die Pädiater\*innen nicht über die Ernährungsform ihres Kindes (Baldassarre *et al.* 2020; Farella *et al.* 2020; Bivi *et al.* 2021). Darüber hinaus werden Pädiater\*innen während ihrer medizinischen Ausbildung nicht ausreichend vorbereitet, Eltern bezüglich einer bedarfsdeckenden VN Ernährung beraten zu können, da Ernährungslehre im Medizinstudium meist nicht eingeplant ist und Erfahrungen mit VN Ernährung fehlen (Gerschlaue *et al.* 2019; Bivi *et al.* 2021). Daher waren die verfassten Artikel an Fachpublikum wie Pädiater\*innen (Aktuelle Ernährungsmedizin, Pädiatrische Praxis [Alexy *et al.* 2020b; Alexy *et al.* 2020d]) sowie Ernährungsfachkräfte (Ernährungs Umschau [Alexy *et al.* 2020c]) adressiert. Letztere werden nach einer aktuellen Umfrage mit 176 VN Eltern eher konsultiert als Pädiater\*innen. So gaben rund 70 % an, medizinische Diätassistent\*innen (ärztliche Ernährungsberater\*innen) und ca. 28 % Ernährungsberater\*innen/ Diätassistent\*innen für eine Ernährungsberatung aufzusuchen. Rund 36 % informierten ihre Pädiater\*innen nicht über die VN Ernährung ihres Kindes und ca. 83 % hatten ihre Pädiater\*innen noch nie nach Informationen zur VN Ernährung befragt (Bivi *et al.* 2021).

Da die Motive für eine VG und VN Ernährung bei den Teilnehmer\*innen der VeChi Diet-Studie (Weder *et al.* 2019) (und anderen Studien [Janssen *et al.* 2016; Kessler *et al.* 2016; Bivi *et al.* 2021]) überwiegend ethischer Natur waren, ist eine Abkehr von diesen Ernährungsformen für Vegetarier\*innen und Veganer\*innen meist nicht denkbar (Hopp *et al.* 2017). Eine Ablehnung der gewählten Ernährung, reine Warnung oder ein Aufzeigen der kritischen Nährstoffe allein ist daher nicht sinnvoll. Denn dies könnte dazu führen, dass Eltern eine VN Ernährung ohne medizinische Betreuung wählen, was mit einem höheren Risiko des Übersehens von Nährstoffdefiziten bei den Kindern einhergehen könnte (Gerschlauer *et al.* 2019; Bivi *et al.* 2021). Vielmehr ist eine sachliche und unvoreingenommene Beratung durch Pädiater\*innen und Ernährungsfachkräfte nötig, um eine vertrauensvolle Beziehung aufzubauen und Eltern mit möglichen Ängsten und Bedenken nicht alleine zu lassen (Gerschlauer *et al.* 2019). Die VeChi Diet-Studie leistet dazu einen Beitrag, indem sie diesem Fachpersonal Informationen an die Hand gibt, um Eltern VG und VN ernährter Kinder zu beraten.

## 5 Schlussfolgerung und Ausblick

Seit einigen Jahren steigt in Deutschland sowie weltweit das Interesse an VG und VN (Kleinkind-) Ernährung an. Dennoch gab es bislang global gesehen nur sehr wenige Studien, die sich diesem Thema widmeten. Da die Übertragbarkeit deren Ergebnisse auf heutige pflanzenbasierte Ernährungsweisen sehr eingeschränkt sind, konnten bislang keine evidenzbasierten Aussagen über den Gesundheits- und Ernährungszustand VG und insbesondere VN ernährter Kleinkinder getroffen werden. Das Ziel dieser Arbeit war es daher, die VeChi Diet-Studie zu planen, durchzuführen, auszuwerten und Ergebnisse zu publizieren, um die unzureichende Studienlage bezüglich VG und VN ernährter Kinder zu verbessern. Als Studienpopulation wurden Kleinkinder gewählt, da es sich um eine besonders vulnerable Gruppe handelt, deren Wachstum und Entwicklung maßgeblich von einer bedarfsdeckenden Energie- und Nährstoffzufuhr abhängen. Die VeChi Diet-Studie (zusammen mit der VeChi-Youth-Studie) ist weltweit einzigartig, da sie ein großes ( $n = 430$ ), alterstechnisch eng definiertes (1-3 Jahre) Studienkollektiv von VG und VN ernährten Kleinkindern untersucht und diese mit OM ernährten Kleinkindern vergleicht. Obwohl das Studienkollektiv nicht repräsentativ ausgewählt werden konnte, bildet es VG und VN ernährte Kinder in Deutschland aller Voraussicht nach gut ab, da die Familien, wie in Studien mit VG und VN ernährten Erwachsenen, einen hohen SES haben sowie überwiegend in Mittel- und Großstädten leben.

Die Ergebnisse sollen der Politik sowie Akteur\*innen des Gesundheitssystems dienen, geeignete Präventions- und Interventionsmaßnahmen zu planen und durchzuführen. So zeigen die Ergebnisse der VeChi Diet-Studie (sowie der VeChi-Youth-Studie), dass sich die Energiezufuhr sowie die anthropometrischen Daten im Median zwischen den drei Ernährungs-

gruppen nicht unterschieden und bestätigen damit Ergebnisse älterer und kleinerer Studien mit VG und VN ernährten Kindern. Dennoch waren etwas mehr VG und VN ernährte Kinder als zu klein für ihr Alter bzw. VN ernährte Kinder auch zu leicht für ihre Körpergröße klassifiziert im Gegensatz zu OM ernährten Kindern.

Daher sollten Ärzt\*innen von VG und VN ernährten Kleinkindern auf **individueller** Ebene aufmerksam deren (Größen-) Entwicklung beobachten. Sie sollten ihre Patient\*innen nicht nur vermessen, sondern die Eltern rechtzeitig in offener, vorurteilsfreier und feinfühligere Weise hinsichtlich einer optimierten Ernährung beraten. Denn eine Fehlernährung könnte insbesondere in diesem Alter schwere und teilweise irreversible Folgen haben. Zu diesem Zwecke wäre eine intensivere ernährungsmedizinische Schulung von (Fach-) Ärzt\*innen bzw. das Einbinden von Ernährungsberater\*innen vorteilhaft. Hierfür wäre es für die Zukunft wichtig, dass es von Fachgesellschaften wie der DGE, der Ernährungskommission der DGKJ oder dem Netzwerk „Gesund ins Leben – Netzwerk Junge Familie“ wissenschaftliche basierte Empfehlungen (inkl. Supplementierung) bezüglich einer pflanzenbasierten Ernährung im Kindes- und Jugendalter gäbe, an denen sich Fachpersonal, aber auch Familien, orientieren könnten. Eine Grundlage dafür könnten die für VG und VN ernährte Kinder entwickelte Lebensmittelpyramide sowie die OVK dienen. Hervorzuheben ist außerdem, dass, wie in der VeChi Diet-Studie gezeigt, Vitamin B<sub>12</sub> nicht nur bei VN Ernährung kritisch sein kann, sondern je nach Lebensmittelauswahl auch bei VG Ernährung im Kleinkindalter. Während die meisten Fachgesellschaften besonders eine VN Ernährung bei Kindern kritisch sehen, zeigt dies, dass auch bei VG Ernährung eine Supplementierung von Vitamin B<sub>12</sub> empfohlen und der Versorgungszustand jährlich überprüft werden sollte. Erfreulich war der hohe Anteil (97 %) von VN ernährten Kindern, die ein Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplement bekamen. Allerdings wäre eine Steigerung des Prozentsatzes auf 100 % wünschenswert. Für eine vollständige Supplementierungsrate sollte die Notwendigkeit der Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr über Nahrungsergänzungsmittel bei VG und VN Ernährung von möglichst vielen Akteur\*innen verbreitet werden. Dies sollte gerade auch über Kanäle wie das Internet geschehen, da, wie auch in anderen Studien, die Eltern der VeChi Diet-Studie dort die meisten Informationen über Ernährung sammeln.

Eine individuelle Beobachtung und Beratung der OM ernährten Kinder ist ebenfalls ratsam. Denn im Gegensatz zu anderen Studien zeigten sich in der VeChi Diet-Studie unabhängig der Ernährungsform potentiell kritische Nährstoffe bei Kleinkindern (Vitamin B<sub>1</sub>, Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin D, Kalzium, Eisen, Jod sowie EPA und DHA). Darüber hinaus war der Anteil mit (möglichem Risiko für) Übergewicht im Vergleich zu VG und VN ernährten Kleinkindern höher. Dieses Ergebnis verdeutlicht das Potential einer pflanzenbasierten Ernährung auf die Risikoreduktion für Übergewicht und Adipositas bereits im Kindesalter. Die VeChi Diet-Studie bestätigte zudem die Ergebnisse anderer Studien, dass die mittlere Zufuhr einiger Nährstoffe

bei VG und VN ernährten Proband\*innen aus präventivmedizinischer Sicht günstiger zu bewerten war (z. B. mehr Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe und PUFA, weniger zugesetzten Zucker, SFA und Cholesterol). Dies könnte mit Blick auf weitere ernährungsassoziierte Erkrankungen im Erwachsenenalter, wie Diabetes mellitus Typ 2 oder kardiovaskuläre sowie entzündliche Erkrankungen, vorteilhaft sein. Da in den ersten Lebensjahren das Ernährungsverhalten und damit die Basis für zukünftige Ernährungsgewohnheiten maßgeblich geprägt wird, sollte bereits frühzeitig von Fachpersonal interveniert werden.

Auf **epidemiologischer** Ebene sollten Langzeitstudien durchgeführt werden, um Aussagen über das langfristige Wachstum und die Entwicklung von VG und VN ernährten Kindern treffen zu können. Bislang gibt es weltweit nur Querschnitterhebungen, deren Aussagen jeweils nur eine Momentaufnahme darstellen. Daher ist beabsichtigt, das VeChi Diet-Studienkollektiv zukünftig bis ins (junge) Erwachsenenalter zu beobachten. Daneben sollen in Zukunft die Daten der VeChi Diet-Studie durch Biomarker ergänzt werden, die die tatsächliche Nährstoffversorgung der Kinder zeigen. Vorbild dafür ist die VeChi-Youth-Studie, welche neben Ernährungsprotokollen und anthropometrischen Messungen auch die Messung von Biomarkern bei 6- bis 18-jährigen Kindern und Jugendlichen umfasste. Die Studie bestätigte die Ergebnisse der VeChi Diet-Studie überwiegend auch für diese Altersgruppen und liefert wichtige Informationen über die Ernährung im Kindes- und Jugendalter. Abschließend unterstreicht die VeChi Diet-Studie, dass es, unter Voraussetzung einer Vitamin-B<sub>12</sub>-Supplementation, wenig epidemiologische Evidenz für die Bedenken bezüglich der VG und VN Kinderernährung gibt.

## Literaturverzeichnis

Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M, Pellegrini N, Sbarbati R, Scarino ML, Siani V, Sieri S (2017) Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 27, 1037–1052.

Akerman A, Williams ME, Meunier J (2007) Perception versus reality: an exploration of children's measured body mass in relation to caregivers' estimates. *J Health Psychol.* 12, 871–882.

Akinbami LJ, Ogden CL (2009) Childhood overweight prevalence in the United States: the impact of parent-reported height and weight. *Obesity (Silver Spring).* 17, 1574–1580.

Alexy U, Clausen K, Kersting M (2008) Die Ernährung gesunder Kinder und Jugendlicher nach dem Konzept der Optimalen Mischkost. *Ernähr Umsch.* 55, 168–177.

Alexy U, Fischer M, Weder S, Längler A, Michalsen A, Keller M (2020a) Vegetarische und vegane Ernährung bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland - Die VeChi-Youth-Studie. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. (Hg.): 14. *Ernährungsbericht 2020*. Bonn, 289-354.

Alexy U, Fischer M, Weder S, Längler A, Michalsen A, Sputtek A, Keller M (2021) Nutrient Intake and Status of German Children and Adolescents Consuming Vegetarian, Vegan or Omnivore Diets: Results of the VeChi Youth Study. *Nutrients.* 13, 1707.

Alexy U, Gerschlauser A, Keller M (2019) Kinder- und jugendärztliche Versorgung vegan lebender Familien. *Kinderärztl Prax.* 90, 105–114.

Alexy U, Hilbig A (2016) Update Säuglingsernährung. *Ernähr Umschau.* 63, M716-723.

Alexy U, Hilbig A (2017) Are Belgian toddlers over-eating? *Eur J Nutr.* 56, 445–446.

Alexy U, Kersting M (2012) Kritische Nährstoffe in der Kinderernährung - Ergebnisse der DONALD-Studie. *Zs f Orthomol Med.* 10, 6–10.

Alexy U, Weder S, Hoffmann M, Keller M (2020b) Vegane Kinderernährung: Hinweise zur praktischen Umsetzung. *Aktuel Ernährungsmed.* 45, 93–103.

Alexy U, Weder S, Keller M (2020c) Vegetarische und vegane Ernährung im Kindesalter. *Ernähr Umschau*. Sonderheft 5: Vegan, 8–16.

Alexy U, Weder S, Keller M (2020d) Vegetarische und vegane Ernährung im Kindesalter. *Pädiatrische praxis.* 93, 373–384.

Ambroszkiewicz J, Chełchowska M, Szamotulska K, Rowicka G, Klemarczyk W, Strucińska M, Gajewska J (2019) Bone status and adipokine levels in children on vegetarian and omnivorous diets. *Clin Nutr.* 38, 730–737.

Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Chelchowska M, Gajewska J, Laskowska-Klita T (2006) Serum homocysteine, folate, vitamin B12 and total antioxidant status in vegetarian children. *Adv Med Sci.* 51, 265–268.

Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Gajewska J, Chelchowska M, Laskowska-Klita T (2007) Serum concentration of biochemical bone turnover markers in vegetarian children. *Adv Med Sci.* 52, 279–282.

Ambroszkiewicz J, Klemarczyk W, Gajewska J, Chelchowska M, Rowicka G, Oltarzewski M, Laskowska-Klita T (2011) Serum concentration of adipocytokines in prepubertal vegetarian and omnivorous children. *Med Wieku Rozwoj.* 15, 326–334.

Ambroszkiewicz J, Laskowska-Klita T, Klemarczyk W (2003) Low levels of osteocalcin and leptin in serum of vegetarian prepubertal children [Abstract]. *Med Wieku Rozwoj.* 7, 587–591.

Amit M (2010) Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr Child Health.* 15, 303–308.

Amoroso S, Scarpa M-G, Poropat F, Giorgi R, Murru FM, Barbi E (2019) Acute small bowel obstruction in a child with a strict raw vegan diet. *Arch Dis Child.* 104, 815.

Baldassarre ME, Panza R, Farella I, Posa D, Capozza M, Di Mauro A, Laforgia N (2020) Vegetarian and Vegan Weaning of the Infant: How Common and How Evidence-Based? A Population-Based Survey and Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 17, 4835.

Baroni L, Goggi S, Battaglino R, Berveglieri M, Fasan I, Filippin D, Griffith P, Rizzo G, Tomasini C, Tosatti MA, Battino MA (2018) Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *Nutrients.* 11, 5.

Barr SI, Chapman GE (2002) Perceptions and practices of self-defined current vegetarian, former vegetarian, and nonvegetarian women. *J Am Diet Assoc.* 102, 354–360.

Bivi D, Di Chio T, Geri F, Morganti R, Goggi S, Baroni L, Mumolo MG, Bortoli N de, Peroni DG, Marchi S, Bellini M (2021) Raising Children on a Vegan Diet: Parents' Opinion on Problems in Everyday Life. *Nutrients.* 13, 1796.

Brettschneider A-K, Ellert U, Schaffrath Rosario A (2012) Comparison of BMI derived from parent-reported height and weight with measured values: results from the German KiGGS study. *Int J Environ Res Public Health.* 9, 632–647.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017) Bundeslebensmittelschlüssel 3.02. <https://www.blsdb.de/> (25.08.2021).

Burrows TL, Martin RJ, Collins CE (2010) A systematic review of the validity of dietary assessment methods in children when compared with the method of doubly labeled water. *J Am Diet Assoc.* 110, 1501–1510.

Buyken AE, Alexy U, Kersting M, Remer T (2012) The DONALD cohort. An updated overview on 25 years of research based on the Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed study. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz.* 55, 875–884.

Chai LK, Collins CE, May C, Holder C, Burrows TL (2019) Accuracy of Parent-Reported Child Height and Weight and Calculated Body Mass Index Compared With Objectively Measured Anthropometrics: Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res.* 21, e12532.

Dagnelie PC, Van Staveren WA (1994) Macrobiotic nutrition and child health: results of a population-based, mixed-longitudinal cohort study in The Netherlands. *Am J Clin Nutr.* 59, 1187–1196.

Dagnelie PC, Van Staveren WA, Vergote FJ, Dingjan PG, van den Berg, H, Hautvast JG (1989a) Increased risk of vitamin B-12 and iron deficiency in infants on macrobiotic diets. *Am J Clin Nutr.* 50, 818–824.

Dagnelie PC, Van Staveren WA, Verschuren SA, Hautvast JG (1989b) Nutritional status of infants aged 4 to 18 months on macrobiotic diets and matched omnivorous control infants: a population-based mixed-longitudinal study. I. Weaning pattern, energy and nutrient intake. *Eur J Clin Nutr.* 43, 311–323.

Dagnelie PC, Vergote FJ, Van Staveren WA, van den Berg H, Dingjan PG, Hautvast JG (1990) High prevalence of rickets in infants on macrobiotic diets. *Am J Clin Nutr.* 51, 202–208.

Dankers R, Heseker H (2020) Unterkalorisches Protokollieren am Beispiel der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II): Prävalenz, Einflussfaktoren und Auswirkungen auf die Nährstoffzufuhr. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg.): 14. *DGE-Ernährungsbericht*. Bonn, 45–77.

Desmond MA, Sobiecki JG, Jaworski M, Płudowski P, Antoniewicz J, Shirley MK, Eaton S, Książyk J, Cortina-Borja M, Stavola B de, Fewtrell M, Wells JCK (2021) Growth, body composition, and cardiovascular and nutritional risk of 5- to 10-y-old children consuming vegetarian, vegan, or omnivore diets. *Am J Clin Nutr.* 113, 1565–1577.

DGE (2011) Vegane Ernährung: Nährstoffversorgung und Gesundheitsrisiken im Säuglings- und Kindesalter. *DGE info*. 4, 48–53.

DGE, ÖGE, SGE, SVE (2020) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Bonn, 2. Auflage, 6., aktualisierte Ausgabe.

Dietitians of Canada (2010) Eating Guidelines for Vegans. <https://www.dietitians.ca> (22.07.2020).

Dietitians of Canada (2018) What You Need to Know About a Healthy Vegetarian Eating Plan. <https://www.unlockfood.ca/en/Articles/Vegetarian-and-Vegan-Diets/What-You-Need-to-Know-About-a-Healthy-Vegetarian-E.aspx> (25.08.2021).

Dubois L, Girad M (2007) Accuracy of maternal reports of pre-schoolers' weights and heights as estimates of BMI values. *Int J Epidemiol*. 36, 132–138.

EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (2012) Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA J*. 10, 2815.

EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (2013) Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA J*. 11, 3408.

Epp A (2016) Vegan – Risiken durch einen neuen Ernährungsstil? Fortbildung für den öffentlichen Gesundheitsdienst, 06.04.2016. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). <http://www.bfr.bund.de/cm/343/vegan-risiken-durch-einen-neuen-ernaehrungsstil.pdf> (25.08.2021).

Ernst JB, Arens-Azevêdo U, Bitzer B, Bosy-Westphal A, Zwaan M de, Egert S, Fritsche A, Gerlach S, Hauner H, Hesecker H, Koletzko B, Müller-Wieland D, Schulze M, Virmani K, Watzl B, Buyken, AE für Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für Ernährung. (2018) Quantitative Empfehlung zur Zuckerzufuhr in Deutschland. Kurzfassung des Konsensuspapiers der Deutschen Adipositas-Gesellschaft e. V. (DAG), der Deutschen Diabetes Gesellschaft e. V. (DDG) und der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). *Ernähr Umsch*. 66, 26–34.

Esteban-Vasallo MD, Galán I, Ortiz-Pinto MA, Astray San Martín A, Cabrero López EM, Morales San José MT, Ortiz-Marrón H (2020) Accuracy of anthropometric measurements and weight status perceptions reported by parents of 4-year-old children. *Public Health Nutr*. 23, 589–598.

- Farella I, Panza R, Baldassarre ME (2020) The Difficult Alliance between Vegan Parents and Pediatrician: A Case Report. *Int J Environ Res Public Health*. 17, 6380.
- Fenton TR, Kim JH (2013) A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. *BMC Pediatrics*. 13, 59.
- Ferrara P, Corsello G, Quattrocchi E, Dell'Aquila L, Ehrich J, Giardino I, Pettoello-Mantovani M (2017) Caring for Infants and Children Following Alternative Dietary Patterns. *J Pediatr*. 187, 339-340.e1.
- Fewtrell M, Bronsky J, Campoy C, Domellof M, Embleton N, Fidler Mis N, Hojsak I, Hulst JM, Indrio F, Lapillonne A, Molgaard C (2017) Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 64, 119–132.
- Fiedler BJ, Schwartz O, Abels C, Kurlmann G (2010) Alimentärer Vitamin-B12-Mangel im Säuglings- und Kleinkindesalter - Entwicklung einer Epilepsie unter adäquater Substitutions-therapie: Zwei Kasuistiken und Literaturübersicht. *Neuropädiatrie in Klinik und Praxis*. 9, 72–77.
- Foterek K (2016) Pflanzliche Milchalternativen. *Ernähr Umsch*. 63, M414-M420.
- Fulton JR, Hutton CW, Stitt KR (1980) Preschool vegetarian children. Dietary and anthropometric data [Abstract]. *J Am Diet Assoc*. 76, 360–365.
- Garcia-Marcos L, Valverde-Molina J, Sanchez-Solis M, Soriano-Pérez MJ, Baeza-Alcaraz A, Martinez-Torres A, Perez-Fernandez V, Guillen-Perez JJ (2006) Validity of parent-reported height and weight for defining obesity among asthmatic and nonasthmatic schoolchildren. *Int Arch Allergy Immunol*. 139, 139–145.
- Gerschlauer A, Keller M, Alexy U (2019) Kinder- und jugendärztliche Versorgung vegan lebender Familien. *Kinderärztliche Praxis*. 90, 105–114.
- Gorczyca D, Paściak M, Szponar B, Gamian A, Jankowski A (2011) An impact of the diet on serum fatty acid and lipid profiles in Polish vegetarian children and children with allergy. *Eur J Clin Nutr*. 65, 191–195.
- Gorczyca D, Prescha A, Szeremeta K (2013) Impact of vegetarian diet on serum immunoglobulin levels in children. *Clin Pediatr (Phila)*. 52, 241–246.
- Gordon NP, Mellor RG (2015) Accuracy of parent-reported information for estimating prevalence of overweight and obesity in a race-ethnically diverse pediatric clinic population aged 3 to 12. *BMC Pediatr*. 15, 5.

- Graf G, Dittrich N, Mühleisen I, Clausen A (2017) Vegetarische und vegane Ersatzprodukte. Fleisch-, Wurst- und Käsealternativen. *Ernähr Umsch.* 64, M382-389.
- Guez S, Chiarelli G, Menni F, Salera S, Principi N, Esposito S (2012) Severe vitamin B12 deficiency in an exclusively breastfed 5-month-old Italian infant born to a mother receiving multivitamin supplementation during pregnancy. *BMC Pediatr.* 12, 85.
- Haddad EH, Tanzman JS (2003) What do vegetarians in the United States eat? *Am J Clin Nutr.* 78, 626S-632S.
- Hasbaoui BE, Mebrouk N, Saghir S, Yajouri AE, Abilkassem R, Agadr A (2021) Vitamin B12 deficiency: case report and review of literature. *Pan Afr Med J.* 38, 237.
- Hebbelinck M, Clarys P, Malsche A de (1999) Growth, development, and physical fitness of Flemish vegetarian children, adolescents, and young adults. *Am J Clin Nutr.* 70, 579–585.
- Henry CJK (2005) Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr.* 8, 1133–1152.
- Hilbig A, Drossard C, Kersting M, Alexy U (2015) Nutrient Adequacy and Associated Factors in a Nationwide Sample of German Toddlers. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 61, 130–137.
- Himes JH (2009) Challenges of accurately measuring and using BMI and other indicators of obesity in children. *Pediatrics.* 124 Suppl 1, S3-S22.
- Hölling H, Schlack R, Kamtsiuris P, Butschalowsky H, Schlaud M, Kurth BM (2012) Die KiGGS-Studie. Bundesweit repräsentative Längs- und Querschnittstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen im Rahmen des Gesundheitsmonitorings am Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz.* 55, 836–842.
- Hopp M, Keller T, Lange S, Epp A, Lohmann M, Böhl GF (2017) Vegane Ernährung als Lebensstil. Motive und Praktizierung: Abschlussbericht. Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin.
- Hovinen T, Korkalo L, Freese R, Skaffari E, Isohanni P, Niemi M, Nevalainen J, Gylling H, Zamboni N, Erkkola M, Suomalainen A (2021) Vegan diet in young children remodels metabolism and challenges the statuses of essential nutrients. *EMBO Mol Med.* 13, e13492.
- Huybrechts I, Himes JH, Ottevaere C, de Vriendt T, de Keyzer W, Cox B, van Trimpont I, de Bacquer D, de Henauw S (2011) Validity of parent-reported weight and height of preschool children measured at home or estimated without home measurement: a validation study. *BMC Pediatrics.* 11, 63.

Iguacel I, Miguel-Berges ML, Gómez-Bruton A, Moreno LA, Julián C (2019) Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 77, 1–18.

Janssen M, Busch C, Rodiger M, Hamm U (2016) Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite.* 105, 643–651.

Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation (2007) Protein and amino acid requirements in human nutrition. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Kaganov B, Caroli M, Mazur A, Singhal A, Vania A (2015) Suboptimal Micronutrient Intake among Children in Europe. *Nutrients.* 7, 3524–3535.

Kahne KR, Tay ET (2018) Toddler's Paralysis // Toddler's Paralysis: An Acute Case of Leg Stiffening in a Previously Healthy 2-Year-Old. An Acute Case of Leg Stiffening in a Previously Healthy 2-Year-Old. *Pediatr Emerg Care.* 34, e106-e108.

Karcz K, Królak-Olejnik B (2021) Vegan or vegetarian diet and breast milk composition - a systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 61, 1–18.

Keller M, Müller S (2016) Vegetarische und vegane Ernährung bei Kindern - Stand der Forschung und Forschungsbedarf. *Forsch Komplementmed.* 23, 81–88.

Kersting M, Hockamp N, Burak C, Lücke T (2020) Studie zur Erhebung von Daten zum Stillen und zur Säuglingsernährung in Deutschland - SuSe II\*. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg.): 14. DGE-Ernährungsbericht. Bonn, 259–287.

Kersting M, Kalhoff H, Melter M, Lücke T (2018) Vegetarische Kostformen in der Kinderernährung? Eine Bewertung aus Pädiatrie und Ernährungswissenschaft. *Aktuel Ernährungsmed.* 43, 78–85.

Kessler CS, Holler S, Joy S, Dhruva A, Michalsen A, Dobos G, Cramer H (2016) Personality Profiles, Values and Empathy: Differences between Lacto-Ovo-Vegetarians and Vegans. *Forsch Komplementmed.* 23, 95–102.

Kiely ME (2021) Risks and benefits of vegan and vegetarian diets in children. *Proc Nutr Soc.* 80, 159–164.

Knopf H, Hölling H, Huss M, Schlack R (2012) Prevalence, determinants and spectrum of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) medication of children and adolescents in Germany: results of the German Health Interview and Examination Survey (KIGGS). *BMJ open.* 2, e000477.

Kocaoglu C, Akin F, Çaksen H, Böke SB, Arslan Ş, Aygün S (2014) Cerebral Atrophy in a Vitamin B12-deficient Infant of a Vegetarian Mother. *J Health Popul Nutr.* 32, 367–371.

Koebnick C, Garcia AL, Dagnelie PC, Strassner C, Lindemans J, Katz N, Leitzmann C, Hoffmann I (2005) Long-term consumption of a raw food diet is associated with favorable serum LDL cholesterol and triglycerides but also with elevated plasma homocysteine and low serum HDL cholesterol in humans. *J Nutr.* 135, 2372–2378.

Koletzko B, Armbruster M, Bauer C-P, Bös K, Cierpka M, Cremer M, Dieminger B, Flothkötter M, Graf C, Heindl I, Hellmers C, Kersting M, Krawinkel M, Plöger A, Przyrembel H, Reichert-Garschhammer E, Schäfer T, Wahn U, Vetter K, Wabitsch M, Weißborn A, Wiegand S (2013) Ernährung und Bewegung im Kleinkindalter. Handlungsempfehlungen des Netzwerks "Gesund ins Leben - Netzwerk Junge Familie", ein Projekt von IN FORM. *Monatsschr Kinderheilkd.* 161, 1187–1200.

Kroke A, Manz F, Kersting M, Remer T, Sichert-Hellert W, Alexy U, Lentze MJ (2004) The DONALD Study. History, current status and future perspectives. *Eur J Nutr.* 43, 45–54.

Laskowska-Klita T, Chelchowska M, Ambroszkiewicz J, Gajewska J, Klemarczyk W (2011) The effect of vegetarian diet on selected essential nutrients in children. *Med Wieku Rozwoj.* 15, 318–325.

Lehmann F, Haftenberger M, Mensink, G. B. M. (2020) Nährstoffversorgung und Rahmenbedingungen des Ernährungsverhaltens bei Kindern und Jugendlichen: Ergebnisse aus der Ernährungsstudie EsKiMo II. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hg.): 14. DGE-Ernährungsbericht. Bonn, 114–141.

Leitzmann C, Keller M (2020) Vegetarische und vegane Ernährung. Ulmer, Stuttgart, 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.

Lemoine A, Giabicani E, Lockhart V, Grimpel E, Tounian P (2020) Case report of nutritional rickets in an infant following a vegan diet [abstract]. *Arch Pediatr.* 27, 219–222.

Lücke T, Korenke GC, Poggenburg I, Bentele KHP, Das AM, Hartmann H (2007) Mütterlicher Vitamin-B12-Mangel: Ursache neurologischer Symptomatik im Säuglingsalter. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 211, 157–161.

Martinez-Biarge M, Gould S, Alcalde de Alvaré AD, Marques-Lopes I (2021) Lack of supplementation, and not a vegan diet, as a cause of rickets in an infant. *Arch Pediatr.* 28, 255–256.

Melina V, Craig W, Levin S (2016) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics. Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet.* 116, 1970–1980.

- Mensink G, Bauch a, Vohmann C, Stahl a, Six J, Kohler S, Fischer J, Hesecker H **(2007a)** EsKiMo - Das Ernährungsmodul im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). ***Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz.*** 50, 902–908.
- Mensink G, Kleiser C, Richter A **(2007b)** Lebensmittelverzehr bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS). ***Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz.*** 50, 609–623.
- Mensink GB, Lage Barbosa C, Brettschneider A-K **(2016)** Verbreitung der vegetarischen Ernährungsweise in Deutschland. ***JoHM.*** 1, 2–15.
- Messina V, Mangels AR **(2001)** Considerations in planning vegan diets: children. ***J Am Diet Assoc.*** 101, 661–669.
- Müller P, Rose K, Hayer A, Petit L, Laimbacher J **(2020)** Handlungsanweisungen vegetarische und vegane Ernährung im Säuglings- und Kleinkindesalter. Im Auftrag des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) (11.03.2020).
- Nathan I, Hackett AF, Kirby S **(1996)** The dietary intake of a group of vegetarian children aged 7-11 years compared with matched omnivores. ***Br J Nutr.*** 75, 533–544.
- Nathan I, Hackett AF, Kirby S **(1997)** A longitudinal study of the growth of matched pairs of vegetarian and omnivorous children, aged 7-11 years, in the north-west of England. ***Eur J Clin Nutr.*** 51, 20–25.
- National Health and Medical Research Council **(2013)** Eat for health. Australian dietary guidelines. National Health and Medical Research Council, Canberra.
- National Health and Medical Research Council, New Zealand Ministry of Health **(2017)** Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand. Including Recommended Dietary Intakes. Version 1.2., Canberra.
- National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde **(2015)** Guidelines for a healthy vegetarian diet. National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde, Lissabon.
- Nieczuja-Dwojacka J, Klemarczyk W, Siniarska A, Kozieł S, Szysz T **(2020)** Socio-economic determinants of the somatic development and reaction time of vegetarian and non-vegetarian children. ***Anthropol Anz.*** 77, 137–146.
- O'Connell JM, Dibley MJ, Sierra J, Wallace B, Marks JS, Yip R **(1989)** Growth of vegetarian children: The Farm Study. ***Pediatrics.*** 84, 475–481.
- ÖGE **(2020)** Vegetarische Ernährung. <https://www.oege.at/category/ernaehrung-von-a-z/> (25.08.2021).

Orlich MJ, Singh PN, Sabaté J, Fan J, Sveen L, Bennett H, Knutsen SF, Beeson WL, Jaceldo-Siegl K, Butler TL, Herring RP, Fraser GE (2015) Vegetarian dietary patterns and the risk of colorectal cancers. *JAMA Intern Med.* 175, 767–776.

Pallant J (2007) SPSS survival manual. A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows. Open University Press, Maidenhead, 3rd ed.

Patelakis E, Lage Barbosa C, Haftenberger M, Brettschneider A-K, Lehmann F, Heide K, Frank M, Perlitz H, Richter A, Mensink G (2019) Prevalence of vegetarian diet among children and adolescents in Germany. Results from EsKiMo II. *Ernähr Umsch.* 66, 85–91.

Pawlak R (2017) To vegan or not to vegan when pregnant, lactating or feeding young children. *Eur J Clin Nutr.* 71, 1259–1262.

Phillips F (2005) Vegetarian nutrition. *Nutr Bull.* 30, 132–167.

Plank R (2019) Sicherheit und Risiken vegetarischer und veganer Ernährung in Schwangerschaft, Stillzeit und den ersten Lebensjahren. *Monatsschr Kinderheilkd.* 167, 22–35.

Redecilla Ferreiro S, Moráis López A, Moreno Villares JM (2020) Recomendaciones del Comité de Nutrición y Lactancia Materna de la Asociación Española de Pediatría sobre las dietas vegetarianas. *An Pediatr (Barc).* 92, 306.e1-306.e6.

Reedy J, Subar AF, George SM, Krebs-Smith SM (2018) Extending Methods in Dietary Patterns Research. *Nutrients.* 10, 571.

Richard SA, Black RE, Checkley W (2012) Revisiting the relationship of weight and height in early childhood. *Adv Nutr.* 3, 250–254.

Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke a, Leschik-Bonnet E, Oberritter H, Strohm D, Watzl, B. for the German Nutrition Society (DGE) (2016) Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernähr Umsch.* 63, 92–102.

Richter M, Kroke A, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Virmani K, Watzl, B. for the German Nutrition Society (DGE) (2020) Ergänzung der Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. zur veganen Ernährung hinsichtlich Bevölkerungsgruppen mit besonderem Anspruch an die Nährstoffversorgung. *Ernähr Umsch.* Sonderheft 5: Vegan, 64–72.

Rudloff S, Bühner C, Jochum F, Kauth T, Kersting M, Körner A, Koletzko B, Mihatsch W, Prell C, Reinehr T, Zimmer K-P (2018) Vegetarische Kostformen im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd.* 166, 999–1005.

Sabate J, Lindsted KD, Harris RD, Sanchez A (1991) Attained height of lacto-ovo vegetarian children and adolescents. *Eur J Clin Nutr.* 45, 51–58.

Sabate J, Wien M (2010) Vegetarian diets and childhood obesity prevention. *Am J Clin Nutr.* 91, 1525–1529.

Sabaté J, Llorca MC, Sánchez A (1992) Lower height of lacto-ovo-vegetarian girls at preadolescence: an indicator of physical maturation delay? *J Am Diet Assoc.* 92, 1263–1264.

Sanders TA (1988) Growth and development of British vegan children. *Am J Clin Nutr.* 48, 822–825.

Sanders TA, Manning J (1992) The growth and development of vegan children. *J Hum Nutr Diet.* 5, 11–21.

Sanders TA, Purves R (1981) An anthropometric and dietary assessment of the nutritional status of vegan preschool children [Abstract]. *J Hum Nutr.* 35, 349–357.

Sanders TA, Reddy S (1994) Vegetarian diets and children. *Am J Clin Nutr.* 59, 1176–1181.

Schlapbach LJ, Schütz B, Nuoffer JM, Brekenfeld C, Müller G, Fluri S (2007) Floppy Baby mit makrozytärer Anämie und veganischer Mutter [abstract]. *Praxis (Bern 1994).* 96, 1309–1314.

Scholtens S, Brunekreef B, Visscher TLS, Smit HA, Kerkhof M, Jongste JC de, Gerritsen J, Wijga AH (2007) Reported versus measured body weight and height of 4-year-old children and the prevalence of overweight. *Eur J Public Health.* 17, 369–374.

Schürmann S, Kersting M, Alexy U (2017) Vegetarian diets in children: a systematic review. *Eur J Nutr.* 56, 1797–1817.

Sekine M, Yamagami T, Hamanishi S, Kagamimori S (2002) Accuracy of the estimated prevalence of childhood obesity from height and weight values reported by parents: results of the Toyama Birth Cohort study. *J Epidemiol.* 12, 9–13.

SGE (2016) Wissen, was essen. – Vegane Ernährung. Der Diskurs geht weiter. Medienmitteilung der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung SGE vom 28.09.2016, Bern.

Shields M, Connor Gorber S, Janssen I, Tremblay MS (2011) Obesity estimates for children based on parent-reported versus direct measures. *Health Rep.* 22, 47–58.

Sichert-Hellert W, Kersting M, Chahda C, Schäfer R, Kroke A (2007) German food composition database for dietary evaluations in children and adolescents. *J Food Compos Anal.* 20, 63–70.

Sichert-Hellert W, Kersting M, Schöch G (1998) Underreporting of energy intake in 1 to 18 year old German children and adolescents. *Z Ernährungswiss.* 37, 242–251.

- Sievers E, Dörner K, Hamm E, Janisch C, Schaub J (1991) Vergleichende Untersuchung zur Eisenversorgung lakto-ovo-vegetabil ernährter Säuglinge. *ÄfN*. 32, 106–112.
- Taylor A, Redworth EW, Morgan JB (2004) Influence of diet on iron, copper, and zinc status in children under 24 months of age. *Biol Trace Elem Res*. 97, 197–214.
- Tayter M, Stanek KL (1989) Anthropometric and dietary assessment of omnivore and lacto-ovo-vegetarian children. *J Am Diet Assoc*. 89, 1661–1663.
- Thane CW, Bates CJ (2000) Dietary intakes and nutrient status of vegetarian preschool children from a British national survey. *J Hum Nutr Diet*. 13, 149–162.
- Trumbo P, Yates AA, Schlicker S, Poos M (2001) Dietary Reference Intakes. Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. National Academies Press, Washington (101). In: *J Am Diet Assoc* (3), 294–301.
- Van Cauwenberghe J, Delvaux I, Michels N, Hond E den, Schoeters G, Nelen V, Croes K, van Larebeke N, Sioen I (2014) Validity of parentally reported versus measured weight, length and waist in 7- to 9-year-old children for use in follow-up studies. *Eur J Pediatr*. 173, 921–928.
- Van Staveren WA, Dagnelie PC (1988) Food consumption, growth, and development of Dutch children fed on alternative diets. *Am J Clin Nutr*. 48, 819–821.
- Victor A, Elsässer A, Hommel G, Blettner M (2010) Judging a Plethora of p-Values. *Dtsch Arztebl Int*. 107, 50–56.
- Wallace TC, Reider C, Fulgoni VL (2013) Calcium and vitamin D disparities are related to gender, age, race, household income level, and weight classification but not vegetarian status in the United States: Analysis of the NHANES 2001-2008 data set. *J Am Coll Nutr*. 32, 321–330.
- Weden MM, Brownell PB, Rendall MS, Lau C, Fernandes M, Nazarov Z (2013) Parent-reported height and weight as sources of bias in survey estimates of childhood obesity. *Am J Epidemiol*. 178, 461–473.
- Weder S, Hoffmann M, Becker K, Alexy U, Keller M (2019) Energy, Macronutrient Intake, and Anthropometrics of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1–3 Years) in Germany (VeChi Diet Study). *Nutrients*. 11, 832.
- White RF, Seymour J, Frank E (1999) Vegetarianism among US women physicians. *J Am Diet Assoc*. 99, 595–598.

WHO (2006) Child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight -for-height and body mass index-for-age: methods and development. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2008) Training course on child growth assessment. Module C: interpreting growth indicators. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2011) Child growth standards. WHO Anthro (version 3.2.2, January 2011) and macros. <http://www.who.int/childgrowth/software/en/> (06.09.2017).

WHO (2015) Sugar intake for adult and children. Guideline. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Wing RR, Epstein LH, Neff D (1980) Accuracy of parents' reports of height and weight. *J Behav Assess.* 2, 105–110.

Winkler J, Stolzenberg H (2009) Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) 2003/2006. Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Wismar, Germany.

Wright DR, Glanz K, Colburn T, Robson SM, Saelens BE (2018) The accuracy of parent-reported height and weight for 6-12 year old U.S. children. *BMC Pediatr.* 18, 52.

Zalewski BM, Patro B, Veldhorst M, Kouwenhoven S, Crespo Escobar P, Calvo Lerma J, Koletzko B, Van Goudoever, Johannes Bernard, Szajewska H (2017) Nutrition of infants and young children (one to three years) and its effect on later health: A systematic review of current recommendations (EarlyNutrition project). *Crit Rev Food Sci Nutr.* 57, 489–500.

## Anhang

A	Empfehlung nationaler und internationaler Fachgesellschaften bezüglich einer VG bzw. VN Ernährung in der Kindheit (Langfassung) .....	II
B	Ergänzende Erläuterungen zum Studiendesign.....	VI
C	Ernährungsprotokoll .....	X
D	Online-Fragebogen .....	XVI
E	Praxis.....	L

## A Empfehlung nationaler und internationaler Fachgesellschaften bezüglich einer VG bzw. VN Ernährung in der Kindheit (Langfassung).

Tabelle A1: Empfehlung internationaler Institutionen bezüglich einer VG bzw. VN Ernährung in der Kindheit (Langfassung).

Fachgesellschaft	Land/ Kontinent	Haltung bzgl. VG Ernäh- rung	Haltung bzgl. VN Ernäh- rung	Zitat	Quelle
Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE)	Deutschland	++	-	„Die DGE hält auch eine pesco- und <b>ovo-lacto-vegetarische</b> Ernährung für gesunde Personen als Dauerernährung für geeignet, wenn entsprechende Alternativen zur Optimierung der Nährstoffzufuhr gewählt werden. Bei Gruppen mit besonderen Anforderungen an die Nährstoffversorgung, z. B. Schwangeren, Stillenden, <b>Säuglingen und Kleinkindern</b> , ist besondere Sorgfalt geboten.“ "(...), wird eine <b>vegane</b> Ernährung in Schwangerschaft und Stillzeit sowie im gesamten Kindes- und Jugendalter von der DGE <b>nicht empfohlen.</b> “	Richter <i>et al.</i> 2016
Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE)	Deutschland	*	-	„Eine <b>vegane</b> Ernährung in Schwangerschaft und Stillzeit sowie im gesamten <b>Kindes- und Jugendalter</b> wird von der DGE aufgrund des erhöhten Risikos für eine Nährstoffunterversorgung sowie einen Nährstoffmangel und deren teilweise irreversiblen Konsequenzen weiterhin <b>nicht empfohlen.</b> “	Richter <i>et al.</i> 2020
Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)	Deutschland	+	-?	„Eine ausgewogene <b>lactoovovegetarische</b> Ernährung als Bestandteil eines gesunden Lebensstils kann im <b>Säuglings-, Kindes-</b> und Jugendalter den Nährstoffbedarf <b>decken</b> sowie ein normales Wachstum und eine altersentsprechende Entwicklung ermöglichen. (...) Eine <b>vegane</b> Ernährung (ohne Zufuhr tierischer Lebensmittel) führt ohne konsequente Supplementierung über einen längeren Zeitraum regelmäßig zu einem Mangel an Vitamin B12. Eine Supplementierung ist hier unbedingt notwendig. Besondere Beachtung sollten hier zudem die Zufuhr an Eisen, Zink, Jod, DHA, Kalzium, Protein und Energie erhalten, um das Risiko für ernste klinische Folgen wie Gedeihstörung, Anämien oder neurologische Schädigungen zu reduzieren.“	Rudloff <i>et al.</i> 2018

## Anhang

Netzwerk „Gesund ins Leben – Netzwerk Junge Familie“, ein Projekt von IN FORM	Deutschland	+	--	„Eine ausgewogene pflanzliche Ernährung, die Milch/-produkte und Eier beinhalten ( <b>ovolaktovegetarische</b> Ernährung), ist bei Kleinkindern <b>möglich</b> . Auf eine ausreichende Versorgung mit Eisen und Zink ist zu achten. Von einer <b>rein veganen</b> Ernährung ist <b>abzuraten</b> .“	Koletzko <i>et al.</i> 2013
Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE)	Schweiz	*	-	„Eine <b>vegane</b> Ernährung wird daher <b>nicht</b> für die breite Bevölkerung <b>empfohlen</b> . Ganz besonders bei sensiblen Bevölkerungsgruppen wie zum Beispiel Kindern, Schwangeren oder Stillenden muss der Bedarfsdeckung aller Nährstoffe ein besonderes Augenmerk gelten.“	SGE 2016
Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrie (SSP)	Schweiz	+	-?	„Die Eidgenössische Ernährungskommission EEK, die Ernährungskommission der Schweizerischen Gesellschaft für Pädiatrie, die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE und das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV empfiehlt im Säuglings- und Kindesalter eine diversifizierte Ernährung basierend auf dem Konzept der optimierten Mischkost. Diese Fachorganisationen empfehlen eine <b>vegane</b> Ernährung während der Schwangerschaft, Stillzeit sowie im Säuglings- und Kindesalter <b>nicht</b> . Eine <b>vegetarische</b> Ernährung ist hingegen unter Berücksichtigung von genügender Versorgung mit Eisen und Omega-3 Fettsäuren als <b>sicher</b> anzusehen.“	Müller <i>et al.</i> 2020
Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE)	Österreich	-	--	„Eine <b>vegetarische</b> Kost ist laut Österreichischen Beikostempfehlungen für Säuglinge <b>nicht empfehlenswert</b> . (...) Eine <b>vegane</b> und makrobiotische Kost kann bei Kindern aufgrund gravierender Nährstoffdefizite zu Wachstumsverzögerungen führen und <b>eignet sich deshalb nicht</b> als Säuglingsernährung.“	ÖGE 2020
Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ)	Österreich	++	-	„Eine ausgewogene ovolaktovegetarische Ernährung kann während der Schwangerschaft, Stillzeit sowie des Säuglings- und Kleinkindalters eine gute Alternative zur omnivoren Lebensweise bedeuten und eine adäquate Versorgung von Mutter und Kind gewährleisten.“ (...) „Es existiert kein internationaler Konsens hinsichtlich der Vitamin-B12-Supplementierung bei veganer Ernährung. Deshalb kann die Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ) derzeit keine Empfehlung für die vegane Ernährung in Schwangerschaft, Stillzeit und den ersten Lebensjahren aussprechen.“	Plank 2019

## Anhang

<i>European Paediatric Association, Union of National European Paediatric Societies and Association (EPA-UNEPSA)</i>	Europa	-?	-?	<i>"However, dietetic regimens excluding meat, particularly vegan diets, should be practiced by parents under appropriate pediatrics or dietary supervision to ensure that the infant receives a sufficient supply of nutrients."</i>	Ferrara et al. 2017
<i>European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ES-PGHAN)</i>	Europa	-?	-	<i>"Particular care is required to ensure an adequate nutrient intake during CF [=complementary feeding] when <b>vegetarian or vegan</b> diets are used, and the nutrients that may be insufficient increases as the diet becomes more restricted (...). <b>Vegan</b> diets have generally been <b>discouraged</b> during CF. Although theoretically a vegan diet can meet nutrient requirements when mother and infant follow medical and dietary advice regarding supplementation, the risks of failing to follow advice are severe, including irreversible cognitive damage from vitamin B12 deficiency, and death."</i>	Fewtrell et al. 2017
<i>French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP)</i>	Frankreich	*	-	<i>"A vegan diet is not recommended for infants, children, and adolescents due to the risk of nutritional deficiencies that are inevitable in the absence of supplements."</i>	Lemale et al. 2019
<i>British Nutrition Foundation (BNF)</i>	Großbritannien	+	+	<i>"A well-planned, balanced <b>vegetarian or vegan</b> diet can be nutritionally <b>adequate</b>, although more extreme diets, such as strict macrobiotic and raw food diets, are often low in energy and a range of micronutrients, making them wholly inadequate and inappropriate for children."</i>	Phillips 2005
<i>National Programme for the Promotion of a Healthy Diet (PNPAS)</i>	Portugal	++	++	<i>"When appropriately planned, vegetarian diets, including <b>lacto-ovo vegetarian or vegan</b>, are <b>healthy and nutritionally adequate</b> for all cycles of life, and they can be useful in prevention and treatment of some chronic diseases."</i>	National Programme for the Promotion of a Healthy Diet, Direção-Geral da Saúde 2015
<i>Italian Society of Human Nutrition (SINU)</i>	Italien	+?	+?	<i>"Well-planned vegetarian diets that include a wide variety of plant foods, and a reliable source of vitamin B12, provide adequate nutrient intake."</i>	Agnoli et al. 2017
<i>Scientific Society for Vegetarian Nutrition (SSNV)</i>	Italien	*	++	<i>"A <b>completely plant-based</b> diet is <b>suitable</b> during pregnancy, lactation, infancy, and childhood, provided that it is well-planned."</i>	Baroni et al. 2018

## Anhang

Spanish Paediatric Association (AEP)	Spanien	+	-	"Restrictive diets-such as the <b>vegan</b> diet-require additional effort in developing dietary strategies that guarantee adequate nutrition and adequate use of dietary supplements. <b>Vegetarian and</b> vegan diets, like any other diet, need to be properly planned. Therefore, based on the evidence currently available, and although following a <b>vegetarian diet is not necessarily unsafe</b> at any point during childhood or adolescence, it is preferable to recommend an omnivorous diet or, at least, an <b>ovo-lacto-vegetarian</b> diet during infancy and early childhood."	Redecillas-Ferreiro et al. 2020
Academy of Nutrition and Dietetics (AND)	USA	++	++	"appropriately planned <b>vegetarian, including vegan</b> , diets are healthful, nutritionally adequate, and may provide health benefits for the prevention and treatment of certain diseases. These diets are <b>appropriate</b> for all stages of the life cycle, including pregnancy, lactation, infancy, childhood, adolescence, older adulthood, and for athletes."	Melina et al. 2016
National Health and Medical Research Council (NHMRC)	Australien	++	++	"Appropriately planned vegetarian diets, including total <b>vegetarian or vegan diets</b> , are <b>healthy and nutritionally adequate</b> . Well-planned vegetarian diets are appropriate for individuals during all stages of the lifecycle."	National Health and Medical Research Council 2013
Canadian Paediatric Society (CPS)	Kanada	+	+	"A well-balanced vegetarian diet can provide for the needs of children and adolescents."	Amit 2010
Dietitians of Canada (DC)	Kanada	++	++	"People at any age or stage – from babies to older adults – can follow a <b>vegetarian</b> eating plan." (...) "A well planned <b>vegan diet</b> can meet all of these needs. It is safe and healthy for pregnant and breastfeeding women, babies, children, teens and seniors."	Dietitians of Canada, 2010, Dietitians of Canada 2018

### VN, veganer; VG, vegetarischer

++	Ernährung empfohlen/ adäquat	-?	unklares Statement, eher ablehnend
+	Ernährung möglich	+?	unklares Statement, eher befürwortend
o	neutral	*	kein Statement
-	Ernährung nicht empfohlen		
--	raten von Ernährung ab		

### **B Ergänzende Erläuterungen zum Studiendesign**

#### **Rekrutierung**

Im August 2016 startete die Rekrutierung von Kleinkindern im Alter von 1-3 Jahren für die VeChi Diet-Studie. Dafür wurde eine Studienhomepage ([www.vechi-studie.de](http://www.vechi-studie.de)) eingerichtet und gepflegt. Die Rekrutierung erfolgte seitdem sukzessive über die Homepages der Projektpartner\*innen, den E-Mail-Verteiler der Justus-Liebig-Universität Gießen, Fach- und Publikumszeitschriften (z. B. Ernährungs Umschau, Eltern) und diverse Internetportale für Vegetarier\*innen und Veganer\*innen bzw. für Eltern (z. B. [www.vebu.de](http://www.vebu.de), [www.veggiekids.de](http://www.veggiekids.de), [www.albert-schweitzer-stiftung.de](http://www.albert-schweitzer-stiftung.de)). Aufgrund der jungen Zielgruppe waren außerdem Facebook-Seiten (Vebu-Regionalgruppen, „Veganes Geplauder“, „Veganes Zeitalter“, „Vegane Kinderernährung“, „Deutschland vegan“ etc.) Fokus der Rekrutierung. Darüber hinaus wurden VN-freundliche Kitas (<http://www.tofufamily.de/veganfreundliche-kitas/>) vom Studienteam und vom Kneipp-Bund e. V. angeschrieben. Poster und Flyer sorgten für eine Verbreitung in Kindertagesstätten. Um möglichst ähnliche soziodemographische und geographische Eigenschaften der Studiengruppen zu gewinnen, wurden VG und VN ernährte Kinder außerdem gebeten, OM ernährte Kinder aus dem direkten Umfeld (z. B. Kindergarten, Spielgruppe) zu werben. Der Rekrutierungszeitraum sollte sich auf ein Jahr belaufen, um saisonale Schwankungen auszugleichen. Nachdem nach Ablauf dieser Frist nicht ausreichend Kinder gefunden wurden, wurde der Zeitraum bis Ende März 2018 verlängert. Final nahmen 430 Kleinkinder an der Studie teil (**Abb. A1**).

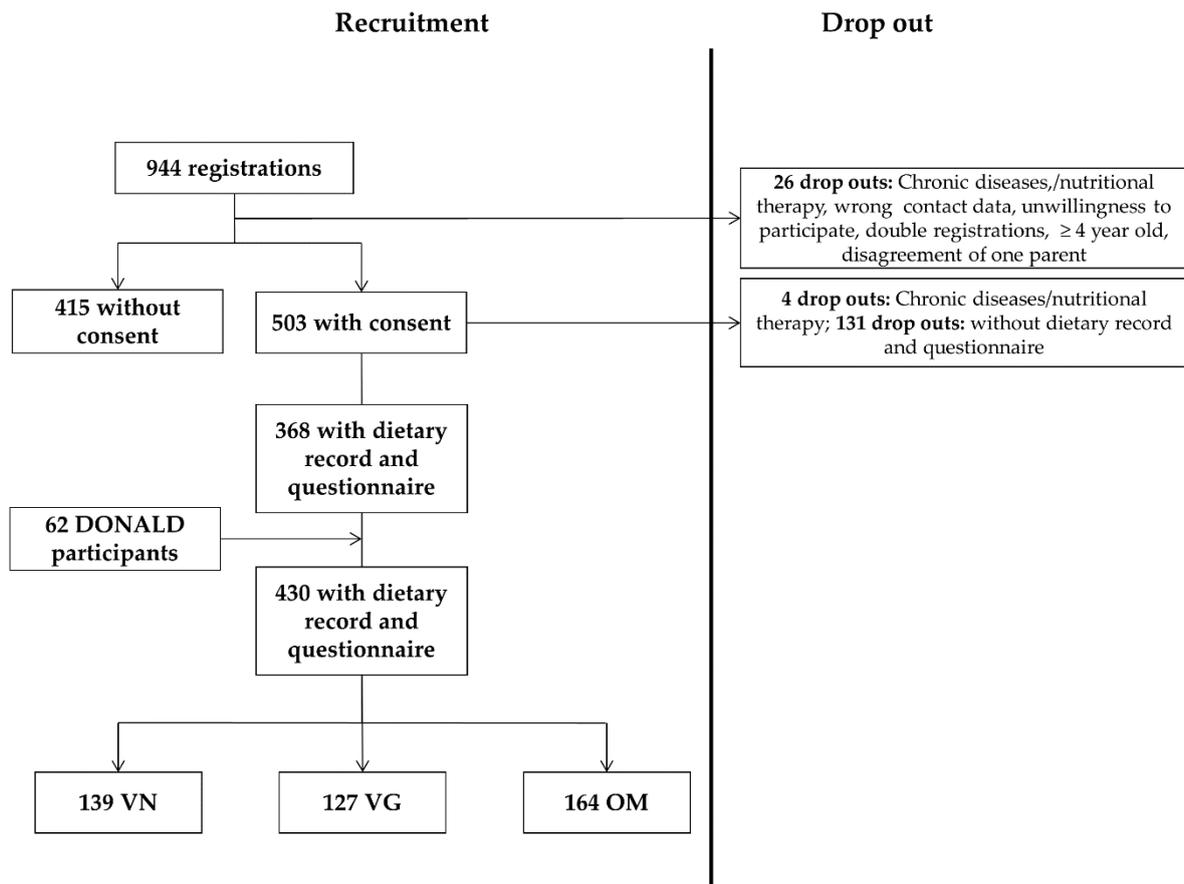


Abb. A1. Flussdiagramm zur Rekrutierung von vegetarisch (VG), vegan (VN) und omnivor (OM) ernährten Kleinkindern Kleinkindern in der VeChi Diet-Studie (Weder *et al.* 2019).

### Analyse der anthropometrischen Daten

Körpergröße und -gewicht wurden für Mädchen und Jungen getrennt mit Hilfe der *WHO Anthro version 3.2.2* für SPSS standardisiert (WHO 2011). Anhand der WHO Wachstumsstandards wurde damit eine Einteilung in *severely wasted* (stark abgemagert), *wasted* (abgemagert), *normal weight* (normalgewichtig), *overweight* (übergewichtig) und *obesity* (adipös) sowie *severely stunted* (stark verkümmert) und *stunted* (verkümmert) vorgenommen (s. **Abb. A2**). Biologisch unplausible Werte (*height-for-age z-score*  $\leq -6$  or  $\geq 6$ ,  $n = 1$ ) wurden wie von der WHO empfohlen aus der Analyse ausgeschlossen (WHO 2006).

Z-score	Growth indicators			
	Length/height-for-age	Weight-for-age	Weight-for-length/height	BMI-for-age
Above 3	See note 1	See note 2	Obese	Obese
Above 2			Overweight	Overweight
Above 1			Possible risk of overweight (See note 3)	Possible risk of overweight (See note 3)
0 (median)				
Below -1				
Below -2	Stunted (See note 4)	Underweight	Wasted	Wasted
Below -3	Severely stunted (See note 4)	Severely underweight (See note 5)	Severely wasted	Severely wasted

Notes:

1. A child in this range is very tall. Tallness is rarely a problem, unless it is so excessive that it may indicate an endocrine disorder such as a growth-hormone-producing tumor. Refer a child in this range for assessment if you suspect an endocrine disorder (e.g. if parents of normal height have a child who is excessively tall for his or her age).
2. A child whose weight-for-age falls in this range may have a growth problem, but this is better assessed from weight-for-length/height or BMI-for-age.
3. A plotted point above 1 shows possible risk. A trend towards the 2 z-score line shows definite risk.
4. It is possible for a stunted or severely stunted child to become overweight.
5. This is referred to as very low weight in IMCI training modules. (Integrated Management of Childhood Illness, In-service training. WHO, Geneva, 1997).

Abb. A2. Bewertung der standardisierten Wachstumsindikatoren nach der WHO-Einteilung (WHO 2008).

**Beschreibung der Kovariaten**

Zur Einschätzung des SES wurde der Winkler Index verwendet (Winkler und Stolzenberg 2009). Dafür wurden anhand einer Punkteskala (jeweils 1-7 Punkte) die drei Kategorien Bildung, Beruf und Haushalts-Nettoeinkommen der Sorgeberechtigten bewertet. Die höhere Punktzahl entweder von Mutter oder Vater wurde als Familien-SES ausgewählt und in niedrig (Punktzahl 3-8), mittel (Punktzahl 9-14) oder hoch (Punktzahl 15-21) eingeteilt. Die Gemeindegrößen wurden in Anlehnung an die KiGGS Studie anhand der Einwohnerzahl in ländlich (< 5.000 Einwohner), kleinstädtisch (5.000 - < 20.000 Einwohner), mittelstädtisch (20.000 - < 100.000 Einwohner) und großstädtisch (≥ 100.000 Einwohner) eingeteilt (Knopf et al. 2012). Die physische Aktivität wurde dichotom unterschieden in „aktiv/sehr aktiv“ (≥ 4-7 x pro Woche „Spielen im Freien“ oder/und Teilnahme an Bewegungs-/Sportgruppen) oder

„weniger aktiv“ (< 4 x pro Woche). Der BMI der Sorgeberechtigten wurde anhand der Formel  $\frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{(\text{Körpergröße (m)})^2}$  berechnet. Da sich das Gewicht der Mütter postpartum teilweise stark von dem Gewicht vor der Geburt unterscheidet, wurde nur das Gewicht der Väter als Kovariate eingesetzt. Geburtsgewicht (und -länge) wurden nach Fenton et al. (2013) mittels Excelkalkulator ([www.ucalgary.ca/fenton](http://www.ucalgary.ca/fenton)) in *small for gestational age* (klein bezogen auf das Reifealter, SGA), *appropriate for gestational age* (angemessen bezogen auf das Reifealter, AGA) bzw. *large for gestational age* (groß bezogen auf das Reifealter, LGA) eingeteilt (Fenton und Kim 2013). Die Jahreszeiten, in denen das Protokoll geführt wurde, wurden kategorisiert in Frühling (März-Mai), Sommer (Juni-August), Herbst (September-November) und Winter (Dezember-Februar).

### Einteilung der Ernährungsformen

Tabelle A2. Definition der Ernährungsgruppen (außer Pesco-Vegetarier) in der AHS-2 (Orlich *et al.* 2015).

Veganer*innen	Lakto-ovo-Vegetarier*innen	Semi-Vegetarier*innen	Nicht-Vegetarier*innen
< 1 x pro Monat Eier/Milch, Fleisch/Fisch	≥ 1 x pro Monat Eier/ Milch, <u>aber</u> < 1 x pro Monat Fleisch/Fisch	≥ 1x pro Monat Fleisch (ohne Fisch) <u>und</u> ≥ 1 x pro Monat, aber ≤ 1 x pro Woche Fleisch/Fisch	≥ 1 x pro Monat Fleisch (ohne Fisch) <u>und</u> Fleisch/Fisch > 1 x pro Woche

## C Ernährungsprotokoll



### VeChi-Studie

#### 3-Tage-Ernährungsprotokoll

Liebe Mutter, lieber Vater, liebe Betreuende,

herzlichen Dank, dass Sie sich bereit erklärt haben, ein dreitägiges Ernährungsprotokoll für Ihr Kind zu führen. Wir wissen, welchen Aufwand das mit sich bringt. Damit Ihre Bemühungen nicht umsonst sind, lesen Sie bitte zuerst unsere Tipps und Hinweise und schauen Sie sich auch unser Beispielprotokoll an.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gern unter der Telefonnummer 0231 79 22 10 34 (montags, dienstags und donnerstags von 8 - 13 und 14 - 16 Uhr) oder per Email unter [info@vechi-studie.de](mailto:info@vechi-studie.de) zur Verfügung.

Viele Grüße,

Ihr Studienteam

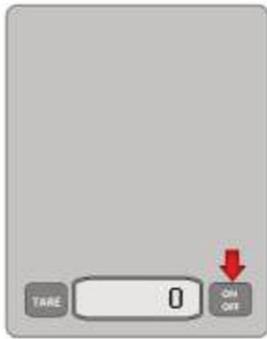


### Anleitung zum Ausfüllen des Ernährungsprotokolls

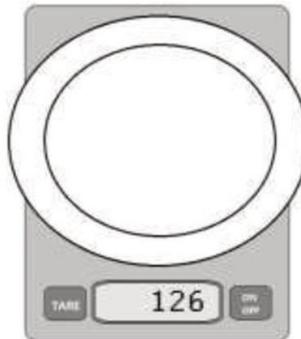
- Schreiben Sie bitte alles auf, was Ihr Kind an den drei Protokolltagen gegessen und getrunken hat. Denken Sie auch an Zwischenmahlzeiten und Snacks, die es z.B. in der Kita oder bei Freunden bekommen hat – dazu gehört auch das Glas Wasser und das Bonbon zwischendurch.
- Geben Sie bitte auch an, wenn Sie Ihrem Kind Nahrungsergänzungsmittel, z.B. Vitamin-tabletten gegeben haben. Dies ist für die Beurteilung der Nährstoffzufuhr sehr wichtig.
- Schreiben Sie bitte zu jeder Mahlzeit auf, um welche Uhrzeit Ihr Kind gegessen und/oder getrunken hat.
- Bitte machen Sie Angaben zu den Lebensmitteln, Getränken und Nahrungsergänzungsmitteln so genau wie möglich. Geben Sie den Markennamen und die detaillierte Produktbeschreibung an (z.B. Sorte, Geschmacksrichtung, Fettgehalt, Bio-Siegel). Notieren Sie auch Zusätze, z.B. „Multivitaminsaft + Vitamin C 100 mg“.
- Sie helfen uns sehr weiter, wenn Sie uns zusätzlich Kopien oder Fotografien der Lebensmittelverpackungen schicken.
- Geben Sie bitte in der Spalte „Zubereitung“ an, was Sie mit den Lebensmitteln vor dem Verzehr gemacht haben. Beispielsweise können Sie hier vermerken, wenn Sie Obst und Gemüse geschält haben oder wenn Sie Speisen gekocht, gebacken oder gebraten haben. Auch diese Angaben sind wichtig, um die Nährstoffzufuhr richtig einschätzen zu können.
- Wiegen Sie nach Möglichkeit alle Lebensmittel und Getränke, die Sie Ihrem Kind anbieten, und notieren Sie das Gewicht in Gramm in der Spalte „Menge“. Wenn Ihr Kind nicht alles davon gegessen oder getrunken hat, wiegen Sie bitte den Rest und vermerken Sie dies in der Spalte „Rest“.
- Wiegen Sie alle Lebensmittel möglichst nach der Zubereitung. Andernfalls notieren Sie bitte unbedingt, dass Sie das Lebensmittel vor der Zubereitung gewogen haben (z.B. „Nudeln ungegart gewogen“).
- Manche Lebensmittel wie Getränke, Obst oder Süßigkeiten werden über den Tag verteilt gegessen und getrunken. Wird über den Tag z. B. aus einer Trinkflasche getrunken, tragen Sie am Ende des Tages die gesamte verzehrte Menge ein und notieren Sie bei der Uhrzeit „tagsüber“.



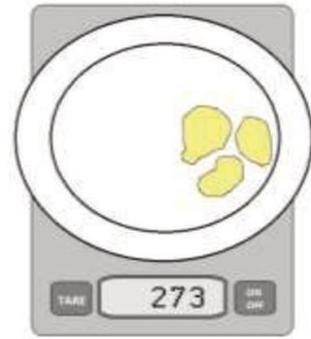
Wenn das Essen aus mehreren Komponenten besteht (z.B. Kartoffeln, Gemüse und Fleisch), dann bietet sich folgendes Vorgehen an:



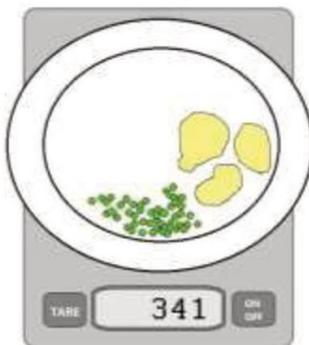
1. Stellen Sie die Waage auf eine gerade Fläche und schalten Sie sie ein.



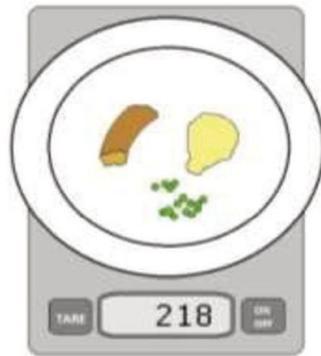
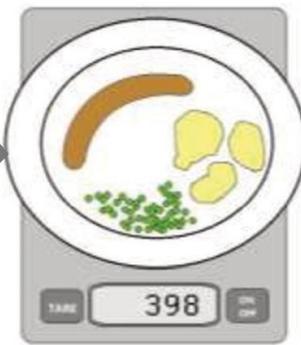
2. Wiegen Sie das Geschirr leer und notieren Sie das **Leergewicht** im Protokoll.



3. Geben Sie die erste Komponente auf das Geschirr und notieren Sie das **Gesamt-gewicht** im Protokoll.



4. Geben Sie nun nacheinander alle weiteren Komponenten auf das Geschirr und notieren Sie zu jeder Komponente das **aufsummierte Gesamtgewicht** im Protokoll. Kennzeichnen Sie das Aufsummieren im Protokoll durch ein „+“ vor jeder hinzugefügten Komponente.



4. Nach dem Essen können Sie das **Geschirr mit** übrig gebliebenen **Resten** auf die Waage stellen und das Gewicht ebenfalls notieren.

## Anhang

### Beispielprotokoll

Teilnehmercode:

5 1 1 2 0 3

Bitte tragen Sie hier Ihre Identifikationsnummer ein, die wir Ihnen per E-Mail zugeschickt haben.

Tag Nr.   1  

Datum: 29.02.2017

Wochentag: Montag

Wann?	Was? Produktbeschreibung, Markenname	Zubereitung	Menge in g	Rest in g
7:15	Schüssel leer		113	
	+ Haferflocken, Feinblatt (Berlin)		142	
	+ Birne, roh	geschält	199	
	+ H-Vollmilch, 3,5% Fett		286	
	Schüssel mit Rest			128
	Tasse leer		180	
	+ Kräutertee „Fenchel“ (Meßmir)		315	0
9:30	Scheibe Roggenmischbrot		41	
	+ Aufstrich Streich Rucola-Tomate (Riesenrasen)		53	
	Glas leer		141	
	+ Mineralwasser classic (Wasserbrunn)		194	0
	+ Apfelsaft 100 %, naturtrüb (Granönö)		83	0
12:20	Teller leer		156	
	+ Möhrengemüse (Rezept liegt bei)	gekocht	203	
	+ Kartoffelecken mit 1 TL Öl, mit Jodsalz und Paprikagewürz	gebacken	326	
	+ 1 Tofu-Würstchen (BesserBio)	gekocht	417	0
15:55	Halbe Banane	geschält	67	22
	Schokoriegel „Triplo“		18	0
18:45	Weizenbrötchen	getoastet	52	
	+ Halbfettmargarine (Lätto)		60	
	+ Ei in Scheiben	gekocht	108	
	+ Gurke, mit Jodsalz bestreut		123	23
	Tasse leer		181	
	+ Kräutertee „Fenchel“ (Meßmir)		324	
	Tasse mit Rest			219
Tagsüber	Leitungswasser		550	

Heute eingenommene Nahrungsergänzungsmittel (z.B. Vitamine, Mineralstoffe):

1 Vitamin D3-Tablette (Vegantabletten 500)



## VeChi-Studie

### 3-Tage-Ernährungsprotokoll

Teilnehmercode:

--	--	--	--	--	--

Bitte tragen Sie hier Ihre Identifikationsnummer ein, die wir Ihnen per E-Mail zugeschickt haben.

- Bitte notieren Sie, an welchen drei Tagen Sie das Ernährungsprotokoll führen.

Tag 1:            Datum: \_\_\_\_\_

Tag 2:            Datum: \_\_\_\_\_

Tag 3:            Datum: \_\_\_\_\_

- Bitte notieren Sie die derzeitige Körpergröße und das derzeitige Körpergewicht Ihres Kindes. Sollten keine aktuellen Werte vorliegen, geben Sie bitte den Stand der letzten Messung mit Datum an.

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm            Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg

Datum der Messung (wenn mehr als 2 Wochen her): \_\_\_\_\_

- Hatte Ihr Kind während der 3 Tage der Protokollführung gesundheitliche Beschwerden, z.B. Erbrechen, Durchfall, Halsschmerzen, Fieber?

Ja             Nein

Wenn ja, beschreiben Sie bitte kurz, welche gesundheitlichen Beschwerden Ihr Kind hatte.

\_\_\_\_\_

- Entsprechen die 3 Tage der Protokollführung in etwa der üblichen Ernährung Ihres Kindes?

Ja             Nein

Wenn nein, beschreiben Sie bitte kurz, warum und wie die Ernährung während der 3 Protokolltage von der sonst üblichen abweicht (z.B. Tag 1 Kindergeburtstag, daher mehr Süßigkeiten verzehrt).

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Vielen Dank für Ihre Unterstützung. Bitte senden Sie das ausgefüllte 3-Tage-Ernährungsprotokoll an:  
VeChi-Studie, z.Hd. Dr. Ute Alexy, Heinstück 11, 44225 Dortmund  
oder per Email: [info@vechi-studie.de](mailto:info@vechi-studie.de)



## D Online-Fragebogen

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

### VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von vegetarisch, vegan oder gemischt ernährten Kindern in Deutschland)



Sehr geehrte Eltern,

wir freuen uns sehr über Ihr Interesse, an der VeChi-Studie teilzunehmen und unseren Fragebogen zu beantworten.

Die Beantwortung der Fragen dauert ca. 35 Minuten.  
Bitte beantworten Sie alle Fragen vollständig.

Falls in Ihrem Haushalt mehrere Kleinkinder im Alter von 1-3 Jahren leben, die an der Studie teilnehmen, füllen Sie bitte für jedes der Kinder einen separaten Fragebogen aus.

Ihre Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihre Teilnahme beenden, ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile entstehen.

Die erhobenen Daten unterliegen dem Datenschutz. Die Speicherung und Auswertung der Daten erfolgt ausschließlich pseudonymisiert\* unter Wahrung der datenschutzrechtlichen Belange Ihres Kindes. Es wird außerdem gewährleistet, dass die personenbezogenen Daten Ihres Kindes ausschließlich für die Zwecke der VeChi-Studie verwendet und nicht an unbeteiligte Dritte weitergegeben werden.

Bei der Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen Zeitschrift wird aus den Daten nicht hervorgehen, wer an der Studie teilgenommen hat.

Wir freuen uns, gemeinsam mit Ihnen einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen Untersuchung der Ernährung von Kleinkindern leisten zu können.

Bei Fragen und Unklarheiten können Sie sich jederzeit gerne an uns wenden.

Mit freundlichen Grüßen,  
Ihr VeChi-Studienteam

Forschungsinstitut für Kinderernährung FKE  
Stichwort: VeChi-Studie  
Heinstück 11  
44225 Dortmund

Tel: 0231/792210-34  
E-Mail: [info@vechi-studie](mailto:info@vechi-studie)

\*Bei der Pseudonymisierung werden Namen durch einen Code ersetzt. Die Identifizierung der Probanden ist damit durch Dritte nicht möglich.

Diese Umfrage enthält 121 Fragen.

### Daten zur Person und Lebensumstände

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[ ] Wer beantwortet diesen Fragebogen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mutter
- Vater
- Mutter und Vater
- Großeltern, andere Verwandte
- Pflegeeltern/Adoptiveltern
- Betreuer
- Sonstiges

[ ] Bei wem lebt Ihr Kind hauptsächlich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- bei den leiblichen Eltern
- bei der leiblichen Mutter und ihrem Partner/ihrer Partnerin
- bei dem leiblichen Vater und seiner Partnerin/seinem Partner
- bei der leiblichen Mutter
- bei dem leiblichen Vater
- Großeltern oder anderen Verwandten
- Pflegeeltern/Adoptiveltern
- in einem Heim/Internat/Betreutem Wohnen
- Sonstiges

[ ] Wie viel wog Ihr Kind bei der Geburt (in Gramm)?

Ihre Antwort muss zwischen 500 und 9000 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Wie groß war Ihr Kind bei der Geburt (in cm)?

Ihre Antwort muss zwischen 20 und 100 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] In welcher Schwangerschaftswoche ist Ihr Kind zur Welt gekommen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Weiß nicht
- 20
- 21
- 22
- 23

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45

Sonstiges

[ ] Falls Sie sich nicht mehr erinnern können:  
Mein Kind ist

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:  
Antwort war 'Weiß nicht' bei Frage 5 [Fruehgeburt] (In welcher Schwangerschaftswoche ist Ihr Kind zur Welt gekommen?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Zu früh geboren
- Reif geboren (bis 3 Wochen vor oder 2 Wochen nach dem Termin)
- Mehr als 2 Wochen nach dem Termin geboren

[ ] Wurde Ihr Kind nach der Geburt gestillt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Nein
- Ja, aber jetzt nicht mehr
- Es wird zurzeit noch gestillt

[ ] Wurde Ihr Kind zumindest eine Zeit lang ausschließlich gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung oder Beikost?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:  
Antwort war 'Ja, aber jetzt nicht mehr' bei Frage 7 [Stillen] (Wurde Ihr Kind nach der Geburt gestillt?)

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja  
 Nein

Wird Ihr Kind ausschließlich gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung oder Beikost?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Es wird zurzeit noch gestillt' bei Frage '7 [Stillen]' (Wurde Ihr Kind nach der Geburt gestillt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Nein  
 Ja, aber jetzt nicht mehr  
 Es wird zurzeit noch voll gestillt

Wie lange wurde Ihr Kind ausschließlich gestillt? (in Monaten)

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '8 [StillenVollzeit]' (Wurde Ihr Kind zumindest eine Zeit lang ausschließlich gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung oder Beikost?)

Ihre Antwort muss zwischen 0 und 48 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Wie lange wurde Ihr Kind ausschließlich gestillt? (in Monaten)

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, aber jetzt nicht mehr' bei Frage '9 [VollzeitJetzt]' (Wird Ihr Kind ausschließlich gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung oder Beikost?)

Ihre Antwort muss zwischen 0 und 48 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Wie lange wurde Ihr Kind insgesamt gestillt? (in Monaten)

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '8 [StillenVollzeit]' (Wurde Ihr Kind zumindest eine Zeit lang ausschließlich gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung oder Beikost?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.  
Ihre Antwort muss zwischen 0 und 48 liegen.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Gemeint ist die gesamte Zeit, in der Ihr Kind ausschließlich oder teilweise gestillt wurde.

Wie lange wurde Ihr Kind gestillt (in Monaten)?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Nein' bei Frage '8 [StillenVollzeit]' (Wurde Ihr Kind zumindest eine Zeit lang ausschließlich gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung oder Beikost?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.  
Ihre Antwort muss zwischen 0 und 48 liegen.

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Welche Flaschennahrung hat Ihr Kind bekommen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Industriell hergestellte Flaschennahrung auf Kuhmilch- oder Ziegenmilchbasis (inkl. HA-Nahrung)
- Industriell hergestellte Flaschennahrung auf Sojabasis
- Selbst hergestellte Flaschennahrung auf Kuhmilch- oder Ziegenmilchbasis
- Selbst hergestellte Flaschennahrung auf Sojabasis
- Andere selbsthergestellte Flaschennahrung
- Pure Kuhmilch
- Pure Sojamilch (oder andere Milch-Alternativen, wie Reismilch, Mandelmilch)
- Mein Kind hat keine Flaschennahrung bekommen.

[ ] Hat die Mutter des Kindes während der Schwangerschaft geraucht?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, täglich
- Ja, mehrmals pro Woche
- Ja, einmal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie

[ ] Hat die Mutter des Kindes während der Schwangerschaft Alkohol getrunken?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, täglich
- Ja, mehrmals pro Woche
- Ja, einmal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie

[ ] Hat die Mutter des Kindes während der Stillzeit geraucht?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Es wird zurzeit noch gestillt' oder 'Ja, aber jetzt nicht mehr' bei Frage '7 [Stillen]' (Wurde Ihr Kind nach der Geburt gestillt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, täglich
- Ja, mehrmals pro Woche
- Ja, einmal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie

[ ] Hat die Mutter des Kindes während der Stillzeit Alkohol getrunken?

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Es wird zurzeit noch gestillt ' oder 'Ja, aber jetzt nicht mehr ' bei Frage '7 [Stillen]' (Wurde Ihr Kind nach der Geburt gestillt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, täglich
- Ja, mehrmals pro Woche
- Ja, einmal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie

[ ] Wird in der Gegenwart Ihres Kindes in der Wohnung geraucht?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, täglich
- Ja, mehrmals pro Woche
- Ja, einmal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie

[ ] Wird Ihr Kind zur Zeit tagsüber zeitweise von anderen Personen, außer den Eltern, betreut? (z.B. in der Kita, von einer Tagesmutter, von den Großeltern)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Wenn bei der Betreuung Essen angeboten wird: Isst Ihr Kind während der Betreuung das von dort angebotene Essen?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '20 [Betreuung1]' (Wird Ihr Kind zur Zeit tagsüber zeitweise von anderen Personen, außer den Eltern, betreut? (z.B. in der Kita, von einer Tagesmutter, von den Großeltern) )

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, mehrmals am Tag
- Ja, einmal am Tag
- Ja, 3-5 mal pro Woche
- Ja, 1-3 mal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie
- In der Betreuung wird kein Essen angeboten

[ ] Ist das bei der Betreuung angebotene Essen, das Ihr Kind verzehrt:

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, 1-3 mal pro Woche ' oder 'Ja, 3-5 mal pro Woche ' oder 'Ja, mehrmals am Tag ' oder 'Ja, einmal am Tag ' oder 'Ja, aber seltener ' bei Frage '21 [BetreuungEssen]' (Wenn bei der Betreuung Essen angeboten wird: Isst Ihr Kind während der Betreuung das von dort angebotene Essen? )

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

## Anhang

---

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)
- Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)
- Mischkost (mit Fleisch/Wurst und/oder Fisch)

[ ] Wie häufig spielt Ihr Kind im Freien?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- (Fast) jeden Tag
- 3-5 mal pro Woche
- 1-2 mal pro Woche
- Seltener
- Nie

[ ] Gehen Sie zusammen mit Ihrem Kind zu Bewegungs-/ Sportgruppen (z.B. zum Säuglings-/ Kleinkindschwimmen, Kinderturnen, etc.)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Wie häufig besuchen Sie insgesamt eine dieser Veranstaltungen?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '24 [Bewegung2]' (Gehen Sie zusammen mit Ihrem Kind zu Bewegungs-/Sportgruppen (z.B. zum Säuglings-/Kleinkindschwimmen, Kinderturnen, etc.)?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Fast jeden Tag
- 3-5 mal pro Woche
- 1-2 mal pro Woche
- Seltener
- Nie

### Daten zur Ernährung

[ ] Wie hat sich die Mutter während der Schwangerschaft mit dem Kind ernährt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)
- Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)
- Mischkost (mit Fleisch/Wurst und/oder Fisch)

Bitte wählen Sie die Ernährungsform aus, die am ehesten zutrifft. Unter „Mischkost“ fallen auch Fischesser, die sich ansonsten vegetarisch ernähren.

[ ] Hat die Mutter des Kindes während der Schwangerschaft folgende Nahrungsergänzungsmittel eingenommen?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Vitamin B12
- Folsäure
- Eisen
- Jod
- DHA (Docosahexaensäure)
- Keine der genannten Nährstoffe

[ ]

Ernährte sich die Mutter des Kindes während der Schwangerschaft frei von

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Soja
- Eiern
- Milch und Milchprodukten
- Fisch
- Nüssen
- Gluten
- Laktose
- Fruchtzucker (Fruktose)
- Erhitzten Lebensmitteln
- Keine der genannten Antwortmöglichkeiten

"frei von" bedeutet, dass die angegebenen Lebensmittel(gruppen) maximal 1 x pro Monat verzehrt werden.

[ ] Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)
- Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)
- Mischkost (mit Fleisch/Wurst und/oder Fisch)

Bitte wählen Sie die Ernährungsform aus, die am ehesten zutrifft. Unter „Mischkost“ fallen auch Fischesser, die sich ansonsten vegetarisch ernähren.

[ ] Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mischkost (mit Fleisch/Wurst und/oder Fisch) ' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit? )

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikost Einführung
- Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ] Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier) ' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit? )

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikost Einführung
- Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ] Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier) ' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit? )

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikost Einführung
- Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikost Einführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '30 [VorOmniGrob]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikost Einführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '32 [BeginnVegan]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Zu einem späteren Zeitpunkt' oder 'Mit Beikost Einführung' bei Frage '31 [BeginnVegetarisch]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?)

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrzi.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

- 36  Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine vegane Ernährung vegetarisch oder mit Fleisch ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?) und Antwort war 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '32 [BeginnVegan]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, vegetarisch  
 Ja, mit Fleisch und/oder Fisch

- Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, mit Fleisch und/oder Fisch' bei Frage '36 [VorVegan]' (Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine vegane Ernährung vegetarisch oder mit Fleisch ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikost Einführung  
 Zu einem späteren Zeitpunkt

- Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, vegetarisch' bei Frage '36 [VorVegan]' (Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine vegane Ernährung vegetarisch oder mit Fleisch ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikost Einführung  
 Zu einem späteren Zeitpunkt

- 39  Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine vegetarische Ernährung mit Fleisch oder vegan ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?) und Antwort war 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '31 [BeginnVegetarisch]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, vegan  
 Ja, mit Fleisch und/oder Fisch

- Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, mit Fleisch und/oder Fisch' bei Frage '39 [VorVeg]' (Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine vegetarische Ernährung mit Fleisch oder vegan ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikost Einführung

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ] Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, vegan' bei Frage '39 [VorVeg]' (Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine vegetarische Ernährung mit Fleisch oder vegan ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikosteinführung  
 Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ]

Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine fleischhaltige Ernährung vegetarisch oder vegan ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mischkost (mit Fleisch/Wurst und/oder Fisch)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?) und Antwort war 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '30 [VorOmniGrob]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, vegan  
 Ja, vegetarisch

[ ] Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, vegan' bei Frage '42 [VorOmni]' (Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine fleischhaltige Ernährung vegetarisch oder vegan ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikosteinführung  
 Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikosteinführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '43 [VorMKVN]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja, vegetarisch' bei Frage '42 [VorOmni]' (Haben Sie Ihr Kind vor der Umstellung auf eine fleischhaltige Ernährung vegetarisch oder vegan ernährt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mit Beikosteinführung  
 Zu einem späteren Zeitpunkt

[ ]

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikosteinführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '38 [Vor\NVVG]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikosteinführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '45 [Vor\MKVG]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegetarisch ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikosteinführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '37 [Vor\NMG]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikosteinführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '40 [Vor\GMK]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind mit Mischkost ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ]

Welchem Lebensmonat entspricht dies?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Mit Beikosteinführung' oder 'Zu einem späteren Zeitpunkt' bei Frage '41 [Vor\GVN]' (Seit wann haben Sie Ihr Kind vegan ernährt?)

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[ ] Welche der folgenden Lebensmittelgruppen verzehrt Ihr Kind zurzeit?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Gemüse
- Obst
- Getreide und Getreideprodukte (wie Reis, Nudeln, Bulgur, Couscous usw.)
- Brot und Backwaren
- Hülsenfrüchte
- Pflanzliche Brotaufstriche
- Pflanzliche Fleischalternativen (wie Tofu, Seitan, Tempeh, Sojawurstchen usw.)
- Pflanzliche Milchalternativen (wie Sojadrink, Soja"joghurt", Haferdrink, Hafer"sahne" usw.)
- Eier
- (Kuh-)Milch und Milchprodukte (wie Joghurt, Sahne, Butter, Käse)
- Fleisch/Wurst
- Fisch

Hinweis: Bedenken Sie auch die Zutaten, die in industriell hergestellter Kindernahrung (Breie, Gläschen, etc.) enthalten sind.

[ ] Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Fleisch verzehrt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)' oder 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Wie häufig verzehrt Ihr Kind Fleisch?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '52 [Ausnahmen]' (Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Fleisch verzehrt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehr als 5mal im Monat
- 4-5mal im Monat
- 2-3mal im Monat
- 1mal im Monat
- weniger als 1mal im Monat

[ ] Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Fisch verzehrt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)' oder 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[ ] Wie häufig verzehrt Ihr Kind Fisch?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '54 [AusnFisch]' (Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Fisch verzehrt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehr als 5mal im Monat
- 4-5mal im Monat
- 2-3mal im Monat
- 1mal im Monat
- weniger als 1mal im Monat

[ ] Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Milch(produkte) verzehrt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Wie häufig verzehrt Ihr Kind Milch(produkte)?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '56 [AusnahmeVegan]' (Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Milch(produkte) verzehrt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehr als 5mal im Monat
- 4-5mal im Monat
- 2-3mal im Monat
- 1mal im Monat
- weniger als 1mal im Monat

[ ] Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Eier verzehrt?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milch(produkte), keine Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Wie häufig verzehrt Ihr Kind Eier?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '58 [AusnEi]' (Gibt es Ausnahmen, in denen Ihr Kind dennoch Eier verzehrt?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehr als 5mal im Monat
- 4-5mal im Monat
- 2-3mal im Monat

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- 1mal im Monat
- weniger als 1mal im Monat

[ ] Ernähren Sie Ihr Kind frei von:

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Soja
- Eiern
- Milch und Milchprodukten
- Fisch
- Nüssen
- Gluten
- Laktose
- Fructose (Fructose)
- Erhitzten Lebensmitteln
- Keine der genannten Antwortmöglichkeiten

"frei von" bedeutet, dass die angegebenen Lebensmittel(gruppen) maximal 1 x pro Monat verzehrt werden.

[ ] Warum ernähren Sie Ihr Kind vegan bzw. vegetarisch? Bitte wählen Sie das für Sie wichtigste Motiv aus.

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Vegan (kein Fleisch, Wurst und Fisch, keine Milchprodukte, keine Eier)' oder 'Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milchprodukte und/oder Eier)' bei Frage '29 [ErnKind]' (Wie ernähren Sie Ihr Kind derzeit?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Aus ethischen/tierrechtlichen Motiven (Ablehnung von Massentierhaltung/ Tiernutzung, Lebensrecht für Tiere, emotionale Bindung zu Tieren usw.)
- Aus gesundheitlichen Gründen
- Aus ökologischen Gründen (Klimaschutz, Ressourcenbewahrung u. ä.)
- Aus Gründen der Welternährung/soziale Gerechtigkeit
- Aus religiösen Gründen
- Aus anderen Gründen (z.B. Ekel vor Fleisch/tierischen Produkten)

[ ] Welche weiteren Motive treffen auf Sie zu?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

((ErnKind.NAOK == "1" or ErnKind.NAOK == "2"))

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Ethische/tierrechtliche Motiven (Ablehnung von Massentierhaltung, Lebensrecht für Tiere, emotionale Bindung zu Tieren usw.)
- Gesundheitliche Gründe
- Ökologische Gründe (Klimaschutz, Ressourcenbewahrung)
- Welternährung/soziale Gerechtigkeit
- Religiöse Gründe
- Andere Gründe (z.B. Ekel vor Fleisch/tierischen Produkten)
- Keines der genannten Motive

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[ ] Verwenden Sie Bio-Lebensmittel?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja  
 Nein

Hinweis: Auch die gelegentliche Verwendung wird als „Ja“ gewertet

[ ] Welchen Anteil haben Bio-Produkte an Ihrem Lebensmitteleinkauf (mengenmäßig)?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '63 [Bio]' (Verwenden Sie Bio-Lebensmittel?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Weniger als 25 %  
 Zwischen 25 % und 50 %  
 Zwischen 50 % und 75 %  
 Mehr als 75 %

[ ] Geben Sie Ihrem Kind Nahrungsergänzungsmittel (z.B. Eisentabletten, Vigantoletten, Multivitaminensaft, angereicherte Zahnpasta)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja  
 Nein

[ ] Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '65 [NEM]' (Geben Sie Ihrem Kind Nahrungsergänzungsmittel (z.B. Eisentabletten, Vigantoletten, Multivitaminensaft, angereicherte Zahnpasta)?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 1  
 2  
 3  
 4  
 > 4

[ ] Wie lautet der Name des Nahrungsergänzungsmittels?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '1' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Wie häufig geben Sie Ihrem Kind dieses Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '1' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehrmals täglich  
 Täglich

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Mehrmals wöchentlich
- Einmal pro Woche
- Mehrmals pro Monat
- Einmal pro Monat
- Weniger als einmal pro Monat

[ ] Wie lautet der Name des ersten Nahrungsergänzungsmittels?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '2' oder '3' oder '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Wie häufig geben Sie Ihrem Kind das erste Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '2' oder '3' oder '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehrmals täglich
- Täglich
- Mehrmals wöchentlich
- Einmal pro Woche
- Mehrmals pro Monat
- Einmal pro Monat
- Weniger als einmal pro Monat

[ ] Wie lautet der Name des zweiten Nahrungsergänzungsmittels?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '2' oder '3' oder '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Wie häufig geben Sie Ihrem Kind das zweite Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '2' oder '3' oder '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehrmals täglich
- Täglich
- Mehrmals wöchentlich
- Einmal pro Woche
- Mehrmals pro Monat
- Einmal pro Monat
- Weniger als einmal pro Monat

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[ ] Wie lautet der Name des dritten Nahrungsergänzungsmittels?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '3' oder '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Wie häufig geben Sie Ihrem Kind das dritte Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '3' oder '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehrmals täglich
- Täglich
- Mehrmals wöchentlich
- Einmal pro Woche
- Mehrmals pro Monat
- Einmal pro Monat
- Weniger als einmal pro Monat

[ ] Wie lautet der Name des vierten Nahrungsergänzungsmittels?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Wie häufig geben Sie Ihrem Kind das vierte Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '4' oder '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mehrmals täglich
- Täglich
- Mehrmals wöchentlich
- Einmal pro Woche
- Mehrmals pro Monat
- Einmal pro Monat
- Weniger als einmal pro Monat

[ ] Wie lautet der Name der weiteren Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort(en) hier ein:

Fünftes Nahrungsergänzungsmittel

Sechstes Nahrungsergänzungsmittel

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Siebtes Nahrungsergänzungsmittel

Achtes Nahrungsergänzungsmittel

Neuntes Nahrungsergänzungsmittel

[ ] Wie häufig geben Sie Ihrem Kind die weiteren Nahrungsergänzungsmittel?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war '> 4' bei Frage '66 [NEMJa]' (Wie viele verschiedene Nahrungsergänzungsmittel geben Sie Ihrem Kind?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort(en) hier ein:

fünftes Nahrungsergänzungsmittel

sechstes Nahrungsergänzungsmittel

siebtes Nahrungsergänzungsmittel

achtes Nahrungsergänzungsmittel

neuntes Nahrungsergänzungsmittel

Bitte antworten Sie in der Weise, wie die vorherigen Antwortmöglichkeiten definiert waren, z.B. "mehrmals täglich" oder "einmal pro Monat".

[ ] Sind folgende Nährstoffe in diesen Nahrungsergänzungsmitteln enthalten?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '65 [NEM]' (Geben Sie Ihrem Kind Nahrungsergänzungsmittel (z.B. Eisentabletten, Vigantolekten, Multivitamin-saft, angereicherte Zahnpasta)?)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Vitamin D
- Vitamin B2
- Vitamin B12
- Calcium
- Eisen
- Zink
- Selen
- Jod
- Omega-3-Fettsäuren (DHA,  $\alpha$ -Linolensäure, Linolsäure, Leinöl)
- Multivitamin/-mineralstoffpräparat
- Sonstiges:

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Wenn Ihr Kind ein Multivitamin/-mineralstoffpräparat einnehmen, kreuze Sie bitte sowohl "Multivitamin/-mineralstoffpräparat" als auch die enthaltenen Vitamine und Mineralstoffe an.

[ ] Welches Speisesalz verwenden Sie im Haushalt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Nicht jodiertes Speisesalz
- Jodiertes Speisesalz
- Jodiertes Speisesalz mit Fluorid
- Jodiertes Speisesalz mit Folsäure
- Jodiertes Speisesalz mit Fluorid und Folsäure
- Sonstiges

Mit Speisesalz sind sowohl Koch-, Meer-, Stein- als auch Siedesalz gemeint.

[ ] Essen Sie in Ihrer Familie Brot, das mit jodiertem Speisesalz gebacken wurde?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, täglich
- Ja, mehrmals pro Woche
- Ja, einmal pro Woche
- Ja, aber seltener
- Nein, nie
- Ich achte nicht darauf

[ ] Informieren Sie sich über wissenschaftliche Erkenntnisse zur Ihrer Ernährungsform?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Über welche Wege informieren Sie sich über wissenschaftliche Erkenntnisse zur Ihrer Ernährungsform?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '82 [Info 1]' (Informieren Sie sich über wissenschaftliche Erkenntnisse zur Ihrer Ernährungsform?)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Interessenverbände (Vebu, Vegan Society, etc.)
- Fachgesellschaften und Vereine (DGE, UGB, etc.)
- Tierschutz-/Tierrechtsorganisationen (Albert Schweitzer Stiftung für unsere Mitwelt, Ärzte gegen Tierversuche, etc.)
- Fernsehen und Internetvideobeiträge (Podcasts, etc.)
- Radio
- Publikumszeitschriften/Boulevardzeitungen (das vegan magazin, VELT VEGAN magazin, Kochen ohne Knochen, etc.)
- Fachliteratur (Fachzeitschriften, Fachbücher)
- Seminare, Kurse, Fortbildungen
- Fachvorträge

## Anhang

---

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Ernährungsberatung/ Gespräche mit Ernährungsfachpersonal
- Arzt
- Hebamme
- Arbeit/Studium
- Internetforen/-blogs/-portale (z.B. Zentrum der Gesundheit, etc.)
- Weitere Internetquellen (z. B. Nachrichtenportale)
- Sonstiges:

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

### Erkrankungsdaten

[ ]

Wurde bei Ihrem Kind jemals eine der folgenden chronischen Erkrankungen von einem Arzt diagnostiziert?

(Chronisch bedeutet hier, dass die Erkrankung, im Gegensatz zu akuten Erkrankungen (Erkältung, Grippe), über ein langes Zeitintervall besteht.)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Erkrankungen des Herzens (angeborene Herzfehler)
- Erkrankungen des Darms (z.B. Zöliakie, Morbus Crohn)
- Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse (z.B. Mukoviszidose, Diabetes)
- Erkrankungen der Nieren (z.B. Hydronephrose)
- Erkrankungen der Schilddrüse (angeborene Unterfunktion)
- Sonstige Stoffwechselstörungen (z.B. Phenylketonurie)
- Erkrankungen des Nervensystems (z.B. Epilepsie, Spastik, Spina bifida)
- Erkrankungen des Bewegungsapparates (z.B. Muskeldystrophie)
- Entwicklungsstörungen (z.B. Autismus)
- Keine der genannten Erkrankungen
- Sonstiges:

[ ] Hat Ihr Kind eine amtlich anerkannte Behinderung?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

[ ] Welche Behinderung hat Ihr Kind?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:  
Antwort war 'Ja' bei Frage '85 [Behinderung]' (Hat Ihr Kind eine amtlich anerkannte Behinderung?)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[ ] Benötigt oder nimmt Ihr Kind seit mindestens 12 Monaten oder voraussichtlich für mindestens 12 Monate vom Arzt verschriebene Medikamente (außer Vitamine, Mineralstoffe)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja

## Anhang

---

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Nein

[ ] Welche Medikamente sind das?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Ja' bei Frage '87 [Medis1]' (Benötigt oder nimmt Ihr Kind seit mindestens 12 Monaten oder voraussichtlich für mindestens 12 Monate vom Arzt verschriebene Medikamente (außer Vitamine, Mineralstoffe) )

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

### Daten des Vaters

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Vater des Kindes. Mit der Bezeichnung „Vater“ ist auch diejenige Person gemeint, die an die Stelle des leiblichen Vaters tritt.

[ ] In welchem Land ist der Vater des Kindes geboren?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- In Deutschland
- In einem anderen Land (bitte im Kommentarfeld vermerken)

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Beachten Sie bitte den Hinweis am oberen Rand der Seite zur Definition von "Vater".

[ ] In welchem Monat sind Sie/ ist er geboren?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

z.B. 02 für Februar, 05 für Mai

[ ] In welchem Jahr sind Sie/ ist er geboren?

Ihre Antwort muss zwischen 1900 und 2016 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Bitte geben Sie Ihr Geburtsjahr als vierstellige Zahl an, z.B. 1980.

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[]

Bitte geben Sie Ihr/ sein aktuelles Körpergewicht (in kg) an.

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.  
Ihre Antwort muss zwischen 35 und 400 liegen.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[]

Bitte geben Sie Ihr/ seine aktuelle Körpergröße (in cm) an.

Ihre Antwort muss zwischen 50 und 251 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[]

Wie ernähren Sie/ ernährt er sich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)
- Vegan (weder Fleisch, Wurst und Fisch, noch Milch(produkte) und Eier)
- Mischkost (mit Fleisch und/oder Fisch)

Bitte wählen Sie die Ernährungsform aus, die am ehesten zutrifft. Unter „Mischkost“

fallen auch Fischesser, die sich ansonsten vegetarisch ernähren.

[] Welche anderen Besonderheiten beachten Sie/ beachtet er bei der Ernährung? (zum Beispiel laktosefrei, glutenfrei, ausschließlich Rohkost)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[] Welchen Schulabschluss haben Sie/ hat er? (Nennen Sie bitte nur den höchsten Abschluss.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Hauptschulabschluss/Volksschulabschluss
- Realschulabschluss (Mittlere Reife)
- Abschluss Polytechnische Oberschule (POS, 10. Klasse)
- Fachhochschulreife (Abschluss einer Fachoberschule)
- Abitur (Gymnasium bzw. EOS)

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Anderer Schulabschluss
- Schule beendet ohne Schulabschluss
- (Noch) keinen Schulabschluss

[ ]

Haben Sie/ hat er eine abgeschlossene Berufsausbildung? Wenn ja, welche? (Nennen Sie bitte nur den höchsten Abschluss.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Lehre (beruflich-betriebliche Ausbildung)
- Berufsschule, Handelsschule (beruflich-schulische Ausbildung)
- Fachschule (z. B. Meister-Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie)
- Fachhochschule, Ingenieurschule
- Universität, Hochschule
- Anderer Ausbildungsabschluss
- Kein beruflicher Abschluss (und auch nicht in der Ausbildung)
- In beruflicher Ausbildung (Auszubildender, Student)

[ ] Welche der folgenden Angaben zur Berufstätigkeit trifft auf Sie/ ihn zu?  
Zurzeit ...

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ... nicht berufstätig (Rentner, Student usw.)
- ... arbeitslos
- ... vorübergehende Freistellung (z. B. Erziehungsurlaub)
- ... Auszubildender (z. B. Lehrling)
- ... Teilzeit oder stundenweise berufstätig
- ... voll berufstätig

[ ] In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ ist er derzeit hauptsächlich beschäftigt?  
Wenn Sie/ er nicht mehr berufstätig sind/ ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung,  
die Sie/ er zuletzt innehatte/ n.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Arbeiter
- Selbständiger (einschließlich mithelfender Familienangehöriger)
- Angestellter
- Beamter (einschließlich Richter, Berufssoldat)
- Sonstige (z. B. Auszubildender, Schüler, Student, Wehrpflichtiger, Zivildienstleistender, Praktikant)
- Hausmann

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Arbeiter' bei Frage '99 [StellungVater]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist er derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/er nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/er zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ungelernter Arbeiter

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Angelernter Arbeiter (Teilqualifizierung)
- Gelernter Arbeiter und Facharbeiter
- Vorarbeiter, Kolonnenführer, Meister, Polier, Brigadier

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Selbständiger (einschließlich mithelfender Familienangehöriger)' bei Frage '99 [StellungVater]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist er derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/er nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/er zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Selbständiger Landwirt/Genossenschaftsbauer
- Selbständiger Akademiker, freier Beruf
- Sonstiger Selbständiger mit bis zu 9 Mitarbeitern
- Sonstiger Selbständiger mit 10 und mehr Mitarbeitern
- Mithelfender Familienangehöriger

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Angestellter' bei Frage '99 [StellungVater]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist er derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/er nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/er zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Industrie- und Werkmeister im Angestelltenverhältnis
- Angestellter mit einfacher Tätigkeit (z. B. Verkäufer, Kontorist, Stenotypist)
- Angestellter mit qualifizierter Tätigkeit (z. B. Sachbearbeiter, Buchhalter, technischer Zeichner)
- Angestellter mit hochqualifizierter Tätigkeit oder Leitungsfunktion (z. B. wissenschaftlicher Mitarbeiter, Prokurist, Abteilungsleiter)
- Angestellter mit umfassenden Führungsaufgaben (z. B. Direktor, Geschäftsführer, Vorstand)

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Beamter (einschließlich Richter, Berufssoldat)' bei Frage '99 [StellungVater]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist er derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/er nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/er zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Einfacher Dienst
- Mittlerer Dienst
- Gehobener Dienst
- Höherer Dienst

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

### Daten der Mutter

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Mutter des Kindes. Mit der Bezeichnung „Mutter“ ist auch diejenige Person gemeint, die an die Stelle der leiblichen Mutter tritt.

[ ] In welchem Land ist die Mutter des Kindes geboren?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- In Deutschland
- In einem anderen Land (bitte im Kommentarfeld vermerken)

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Beachten Sie bitte den Hinweis am oberen Rand der Seite zur Definition von "Mutter".

[ ] In welchem Monat sind Sie/ ist sie geboren?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

z.B. 02 für Februar, 05 für Mai

[ ] In welchem Jahr sind Sie/ ist sie geboren?

Ihre Antwort muss zwischen 1900 und 2016 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Bitte geben Sie Ihr Geburtsjahr als vierstellige Zahl an, z.B. 1980.

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

[]

Bitte geben Sie Ihr/ ihr aktuelles Körpergewicht (in kg) an.

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.  
Ihre Antwort muss zwischen 35 und 400 liegen.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[]

Bitte geben Sie Ihr/ ihre aktuelle Körpergröße (in cm) an.

Ihre Antwort muss zwischen 50 und 251 liegen.  
In diesem Feld darf nur ein ganzzahliger Wert eingetragen werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[]

Wie ernähren Sie/ ernährt sie sich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Vegetarisch (kein Fleisch, Wurst und Fisch, aber Milch(produkte) und/oder Eier)
- Vegan (weder Fleisch, Wurst und Fisch, noch Milch(produkte) und Eier)
- Mischkost (mit Fleisch und/oder Fisch)

Bitte wählen Sie die Ernährungsform aus, die am ehesten zutrifft. Unter „Mischkost“

fallen auch Fischesser, die sich ansonsten vegetarisch ernähren.

[] Welche anderen Besonderheiten beachten Sie/ beachtet sie bei der Ernährung? (zum Beispiel laktosefrei, glutenfrei, ausschließlich Rohkost)

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[] Welchen Schulabschluss haben Sie/ hat sie? (Nennen Sie bitte nur den höchsten Abschluss.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Hauptschulabschluss/Volksschulabschluss
- Realschulabschluss (Mittlere Reife)
- Abschluss Polytechnische Oberschule (POS, 10. Klasse)
- Fachhochschulreife (Abschluss einer Fachoberschule)
- Abitur (Gymnasium bzw. EOS)

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Anderer Schulabschluss
- Schule beendet ohne Schulabschluss
- (Noch) keinen Schulabschluss

[ ]

Haben Sie/ hat sie eine abgeschlossene Berufsausbildung? Wenn ja, welche? (Nennen Sie bitte nur den höchsten Abschluss.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Lehre (beruflich-betriebliche Ausbildung)
- Berufsschule, Handelsschule (beruflich-schulische Ausbildung)
- Fachschule (z. B. Meister-Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie)
- Fachhochschule, Ingenieurschule
- Universität, Hochschule
- Anderer Ausbildungsabschluss
- Kein beruflicher Abschluss (und auch nicht in der Ausbildung)
- In beruflicher Ausbildung (Auszubildender, Student)

[ ] Welche der folgenden Angaben zur Berufstätigkeit trifft auf Sie/ sie zu?  
Zurzeit ...

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ... nicht berufstätig (Rentner, Student usw.)
- ... arbeitslos
- ... vorübergehende Freistellung (z. B. Erziehungsurlaub)
- ... Auszubildender (z. B. Lehrling)
- ... Teilzeit oder stundenweise berufstätig
- ... voll berufstätig

[ ] In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ ist sie derzeit hauptsächlich beschäftigt?  
Wenn Sie/ sie nicht mehr berufstätig sind/ ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung,  
die Sie/ sie zuletzt innehatte/ n.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Arbeiterin
- Selbständige (einschließlich mithelfender Familienangehörige)
- Angestellte
- Beamte (einschließlich Richter, Berufssoldat)
- Sonstige (z. B. Auszubildende, Schülerin, Studentin, Wehrpflichtige, Zivildienstleistende, Praktikantin)
- Hausfrau

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Arbeiterin' bei Frage '114 [StellungMutter]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist sie derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/sie nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/sie zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ungelernte Arbeiterin

## Anhang

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

- Angelernte Arbeiterin (Teilqualifizierung)
- Gelernte Arbeiterin und Facharbeiterin
- Vorarbeiterin, Kolonnenführerin, Meisterin, Polierin, Brigadierin

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Selbständige (einschließlich mithelfender Familienangehörige)' bei Frage '114 [StellungMutter]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist sie derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/sie nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/sie zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Selbständige Landwirtin/Genossenschaftsbauerin
- Selbständige Akademikerin, freier Beruf
- Sonstige Selbständige mit bis zu 9 Mitarbeitern
- Sonstige Selbständige mit 10 und mehr Mitarbeitern
- Mithelfende Familienangehörige

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Angestellte' bei Frage '114 [StellungMutter]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist sie derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/sie nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/sie zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Industrie- und Werkmeisterin im Angestelltenverhältnis
- Angestellte mit einfacher Tätigkeit (z. B. Verkäuferin, Kontoristin, Stenotypistin)
- Angestellte mit qualifizierter Tätigkeit (z. B. Sachbearbeiterin, Buchhalterin, technische Zeichnerin)
- Angestellte mit hochqualifizierter Tätigkeit oder Leitungsfunktion (z. B. wissenschaftliche Mitarbeiterin, Prokuristin, Abteilungsleiterin)
- Angestellte mit umfassenden Führungsaufgaben (z. B. Direktorin, Geschäftsführerin, Vorstand)

[ ] Um welche berufliche Stellung genau handelt es sich?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Antwort war 'Beamte (einschließlich Richter, Berufssoldat)' bei Frage '114 [StellungMutter]' (In welcher beruflichen Stellung sind Sie/ist sie derzeit hauptsächlich beschäftigt? Wenn Sie/sie nicht mehr berufstätig sind/ist, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie/sie zuletzt innehatte/n.)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Einfacher Dienst
- Mittlerer Dienst
- Gehobener Dienst
- Höherer Dienst

### Sonstige Daten

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Familie des Kindes, das an der Studie teilnimmt.

[ ] Wie viele Einwohner hat Ihr Wohnort?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Unter 2 000
- 2 000 bis unter 5 000
- 5 000 bis unter 20 000
- 20 000 bis unter 50 000
- 50 000 bis unter 100 000
- 100 000 bis unter 500 000
- 500 000 und mehr

[ ] Wie hoch ist das durchschnittliche monatliche Haushaltseinkommen, d. h. das Nettoeinkommen, das alle Haushaltsmitglieder zusammen nach Abzug von Steuern und Sozialabgaben haben? (Einschließlich Erziehungsgeld und Kindergeld)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Unter 500 €
- 500 bis unter 750 €
- 750 bis unter 1.000 €
- 1.000 bis unter 1.250 €
- 1.250 bis unter 1.500 €
- 1.500 bis unter 1.750 €
- 1.750 bis unter 2.000 €
- 2.000 bis unter 2.250 €
- 2.250 bis unter 2.500 €
- 2.500 bis unter 3.000 €
- 3.000 bis unter 4.000 €
- 4.000 bis unter 5.000 €
- 5.000 € und mehr
- Keine Angabe

## Anhang

---

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

### Ende des Fragebogens

[ ] Sie sind jetzt fertig. Möchten Sie den Fragebogen jetzt absenden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

## Anhang

---

HRZ Onlineumfragen - VeChi Diet-Studie (Studie zur Ernährung von veg... <https://opinio.hrz.uni-giessen.de/limesurvey/index.php/admin/printables...>

Liebe Eltern!

Wir danken Ihnen recht herzlich für die Teilnahme an der VeChi Diet Studie! Nach Eingang Ihres 3-Tage-Ernährungsprotokolls werden wir Ihnen so bald wie möglich die Auswertung zukommen zu lassen.

Bitte haben Sie etwas Geduld, da dies einige Zeit in Anspruch nehmen wird.

Bei Fragen und Unklarheiten können Sie sich jederzeit gerne an uns wenden.

Mit freundlichen Grüßen,

Ihr VeChi-Studienteam

E-Mail: [info@vechi-studie.de](mailto:info@vechi-studie.de)

Tel: 0231 / 79 22 10 34 (montags bis freitags, 8 - 12 Uhr und 14 - 16 Uhr)

Übermittlung Ihres ausgefüllten Fragebogens:

Vielen Dank für die Beantwortung des Fragebogens.

E Praxis

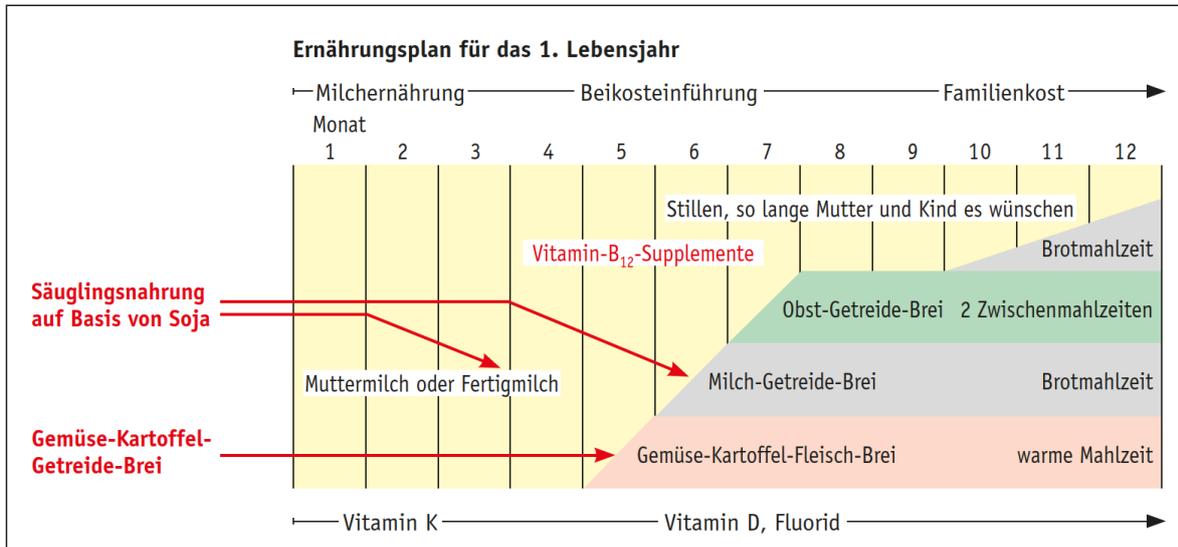


Abb. A3. Der »Ernährungsplan für das 1. Lebensjahr« des FKE Dortmund, modifiziert für eine VG bzw. VN Säuglingsernährung (Alexy et al. 2020d), mit freundlicher Genehmigung des Hansischen Verlagskontors GmbH, Lübeck, Kinder- und Jugendarzt Heft 05/2019 (Alexy et al. 2019b).

Tabelle A3. Altersgemäße Verzehrsmengen (g/Tag) mit einer Optimierte Veganen Kost (OVK) sowie Anteile am Gesamtverzehr (zum Vergleich: Anteile am Gesamtverzehr der Optimierte Mischkost, OMK) (Alexy et al. 2020b).

Altersgruppe (Jahre)	1-3	4-6*	7-9	10-12	13-14		15-18		% Gesamt <sup>1</sup> -OVK	% Gesamt <sup>1</sup> -OMK
					Mäd-chen	Jungen	Mäd-chen	Jungen		
Energiebedarf (kcal/Tag) <sup>2</sup>	1150	1350	1600	1800	1900	2300	2000	2600		
Faktor <sup>3</sup>	0,85	1	1,19	1,33	1,41	1,7	1,48	1,92		
Getränke (g/Tag)	560	655	780	870	925	1115	970	1260		
Gemüse (g/Tag)	190	225	270	300	320	380	335	430	20,3	19,3
Obst (inkl. Saft) (g/Tag)	185	215	255	290	305	370	320	415	19,4	18,1
Getreide, Brot, Kartoffeln (g/Tag)	190	220	260	295	310	375	325	420	19,8	21,6
Hülsenfrüchte <sup>4</sup> (g/Tag)	40	45	55	60	65	80	70	90	4,1	k. A.
Nüsse (g/Tag)	25	30	35	40	40	50	45	60	2,7	k. A.
Milchalternativen (g/Tag)	210	245	290	325	345	420	365	470	22,1	30,0 <sup>5</sup>
vegane Brotaufstriche (g/Tag)	15	20	25	25	30	35	30	40	1,8	k. A.
Fleischalternativen (g/Tag)	25	30	35	40	40	50	45	60	2,7	5,0 <sup>6</sup>
Fette, Öle (g/Tag)	15	15	20	20	20	25	20	30	1,4	1,8
geduldete Lebensmittel <sup>7</sup> (g/Tag)	45	55	65	75	80	95	80	105	5,0	4,2

<sup>1</sup> Anteil am Gesamtverzehr ohne Getränke  
<sup>2</sup> Richtwert für die Energiezufuhr bei geringer körperlicher Aktivität (PAL 1,4)  
<sup>3</sup> Umrechnungsfaktor zur Extrapolation der Verzehrsmengen für andere Altersgruppen  
<sup>4</sup> gegart, z. B. Linsen, Bohnen, Erbsen, Soja und andere Proteinquellen wie Tofu  
<sup>5</sup> OMK: Milch und Milchprodukte  
<sup>6</sup> OMK: Fleisch, Wurst, Fisch und Eier  
<sup>7</sup> Süßwaren, Gebäck, Knabberartikel (3,8% der Energiezufuhr)  
\* Referenzaltersgruppe