

Potenziell kritische Mikronährstoffe von ketogenen Ernährungsformen auf Basis von optimierten Tagesplänen

Marc Assmann, Isabel Albrecht, Luisa Bergermann, Isabelle Düe, Tobias Fischer¹

Einleitung

Bei der ketogenen Diät handelt es sich um eine kohlenhydratarme, fettreiche und moderat proteinreiche Ernährung [1,2], wobei die ketogene Ratio das Verhältnis von Fett zur Summe aus Kohlenhydraten und Proteinen beschreibt [3] (Abb. 1). Für medizinische Zwecke, z. B. bei pharmakoresistenter Epilepsie, und für nichtmedizinische Zwecke werden ketogene Ratios von 1:1 bis 4:1 als Vergleichsgrundlage eingesetzt, wobei eine höhere Ratio zu einem stärkeren ketogenen Effekt, aber auch potenziell zu einer stärkeren Reduktion mikronährstoffreicher Lebensmittel führen kann [4]. Aufgrund der eingeschränkten Lebensmittelvielfalt gilt die ketogene Ernährung als einseitig, weshalb in Studien und Leitlinien häufig eine Supplementierung mit Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen empfohlen wird [5,6]. Anhand von exemplarischen Ernährungsplänen wurde untersucht, welche Nährstoffe unter diesen Bedingungen als kritisch gelten und in welchem Umfang eine Supplementierung erforderlich sein könnte. Ziel ist es, kritische Nährstoffe in Abhängigkeit von verschiedenen ketogenen Ratios zu identifizieren. Die Ergebnisse können zur Optimierung der ketogenen Ernährung beitragen und als Grundlage für eine gezielte Supplementierung dienen.

Methoden

Mit Hilfe der Ernährungssoftware Prodi[®] wurden Tagespläne für die ketogenen Ratios 3:1, 2:1 und 1:1 für die Altersgruppen von 1 bis ≥ 65 Jahre gemäß der DGE/ÖGE-Referenzwerte, ohne Berücksichtigung von Schwangerschaft und Stillzeit, erstellt. Die Richtwerte für die Energiezufuhr orientierten sich am männlichen Geschlecht und einem PAL von 1,4 - 1,6. Zudem wurde eine Kohlenhydratmenge von 60 g/Tag nicht überschritten. Anschließend erfolgte die Auswertung und Ermittlung potenziell kritischer Vitamine und Mineralstoffe, definiert als Unterschreitung der DGE/ÖGE-Referenzwerte < 95 %.

Ergebnisse

Die Auswertung von insgesamt 90 Tagesplänen ergab 21 Mikronährstoffe, die in mindestens einem Tagesplan die Referenzwerte zu weniger als 95 % erfüllten. Davon erreichten vier Vitamine und Mineralstoffe die Referenzwerte in ≥ 75 % der Pläne nicht (Tab. 1). Dazu zählen Vitamin D (1:1-Ratio (R): 25,7 ± 19,1 %; 2:1-R: 21,6 ± 14,8 %; 3:1-R: 21,9 ± 10,7 %), Pantothensäure (1:1-R: 77,7 ± 27,3 %; 2:1-R: 82,2 ± 28,8 %; 3:1-R: 68,0 ± 31,0 %), Thiamin (1:1-R: 81,2 ± 23,0 %; 2:1-R: 82,1 ± 12,9 %; 3:1-R: 67,4 ± 18,1 %) und Zink (1:1-R: 87,5 ± 37,6 %; 2:1-R: 70,0 ± 18,9 %; 3:1-R: 67,3 ± 29,2 %). Drei weitere Vitamine und Mineralstoffe erreichten die Referenzwerte in ≥ 50 % der Pläne nicht (Tab. 1). Dazu gehören Eisen (1:1-R: 90,3 ± 31,5 %; 2:1-R: 91,5 ± 26,2 %; 3:1-R: 74,6 ± 22,2 %), Kalium (1:1-R: 100,1 ± 42,6 %; 2:1-R: 95,6 ± 31,4 %; 3:1-R: 84,4 ± 47,7 %) und Vitamin B₁₂ (1:1-R: 119,6 ± 62,5 %; 2:1-R: 79,5 ± 31,2 %; 3:1-R: 76,3 ± 35,3 %) (Abb. 3). Für diese Vitamine und Mineralstoffe zeigte sich, dass alle Tagespläne mit einem Verhältnis von 3:1 die Zufuhrempfehlungen im Mittel weniger erfüllten als die Tagespläne mit einem Verhältnis von 1:1.

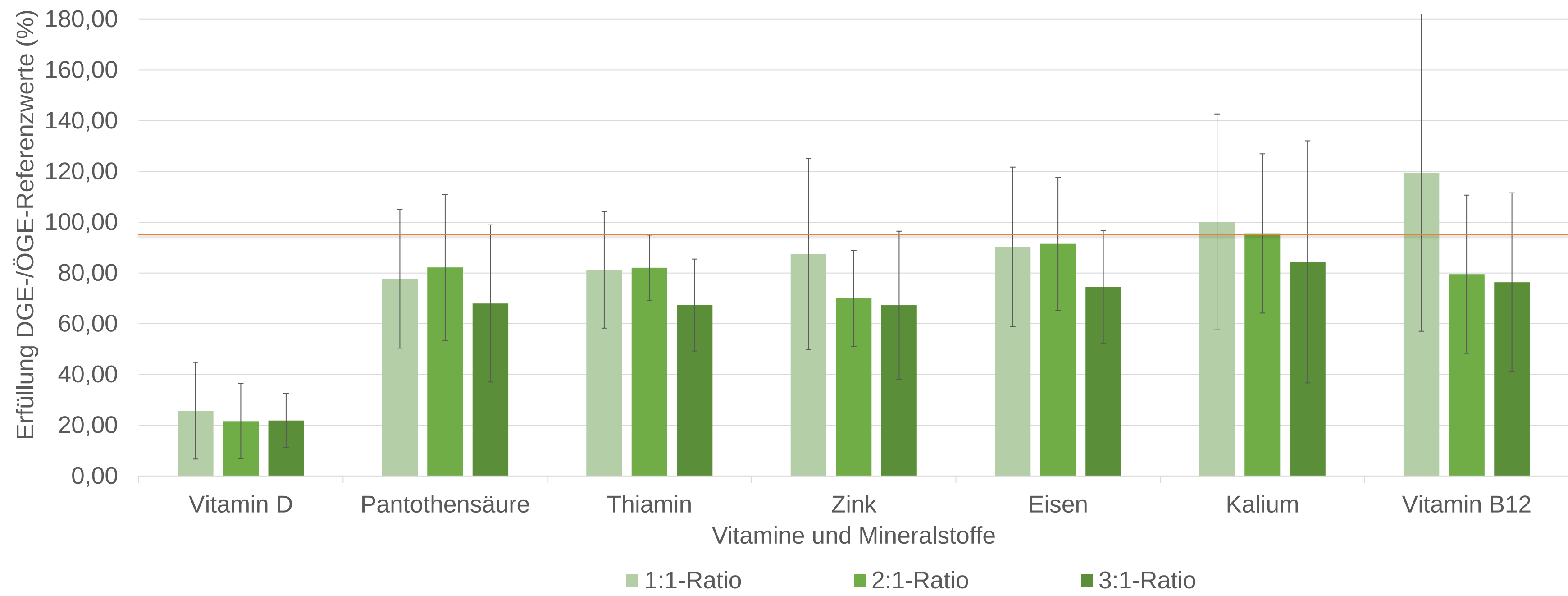


Abb. 3: Ausgewählte Vitamine und Mineralstoffe (≥ 50 % der Tagespläne < 95 % der DGE-/ÖGE-Referenzwerte) und die prozentuale Erfüllung (Mittelwert ± SD) der DGE-/ÖGE-Referenzwerte über alle Tagespläne (n = 90 pro Nährstoff).
*Rote Linie = 95 % der DGE-/ÖGE-Referenzwerte als definierter Grenzwert

Fazit

Bei der Gestaltung der Tagespläne zeigte sich, trotz der Erstellung durch Fachkräfte, ein Trend hinsichtlich potenzieller Mikronährstoffdefizite. Neben Vitamin D stellten vor allem einige wasserlösliche B-Vitamine sowie Zink, Eisen und Kalium mögliche kritische Nährstoffe dar, insbesondere bei einer strikten ketogenen Ernährung. Metabolische Anpassungen im Rahmen einer ketogenen Ernährung wurden nicht berücksichtigt. Da es sich um theoretische Pläne handelt, sind individuelle Faktoren wie Lebensmittelauswahl, persönliche Stoffwechselbesonderheiten und vor allem die Compliance in der praktischen Umsetzung von großer Bedeutung. Anstelle eines ungezielten „Gießkannenprinzips“ ist anzunehmen, dass eine gezielte Supplementierung der kritischen Nährstoffe sinnvoll ist, um eine optimale Versorgung zu gewährleisten. Zur Validierung der Ergebnisse und zur Ableitung langfristiger Empfehlungen sind jedoch weitere Untersuchungen und eine praktische Erprobung dieser Konzepte erforderlich.

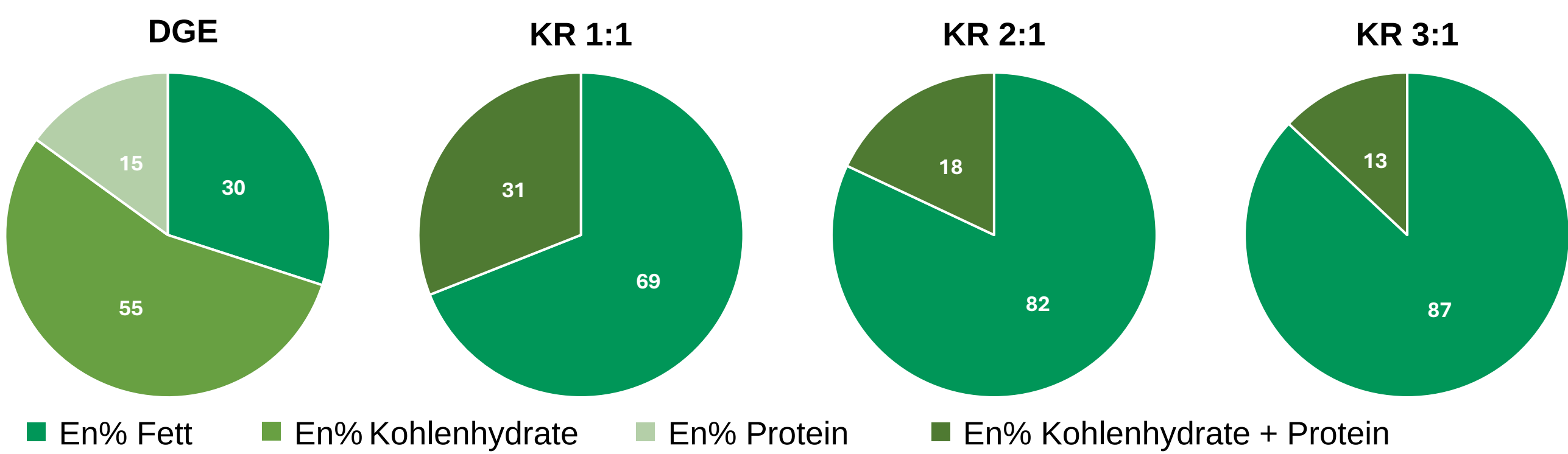


Abb. 1: Energieprofil (En%) der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) im Vergleich zu den ketogenen Ratios (KR) 1:1, 2:1 und 3:1.

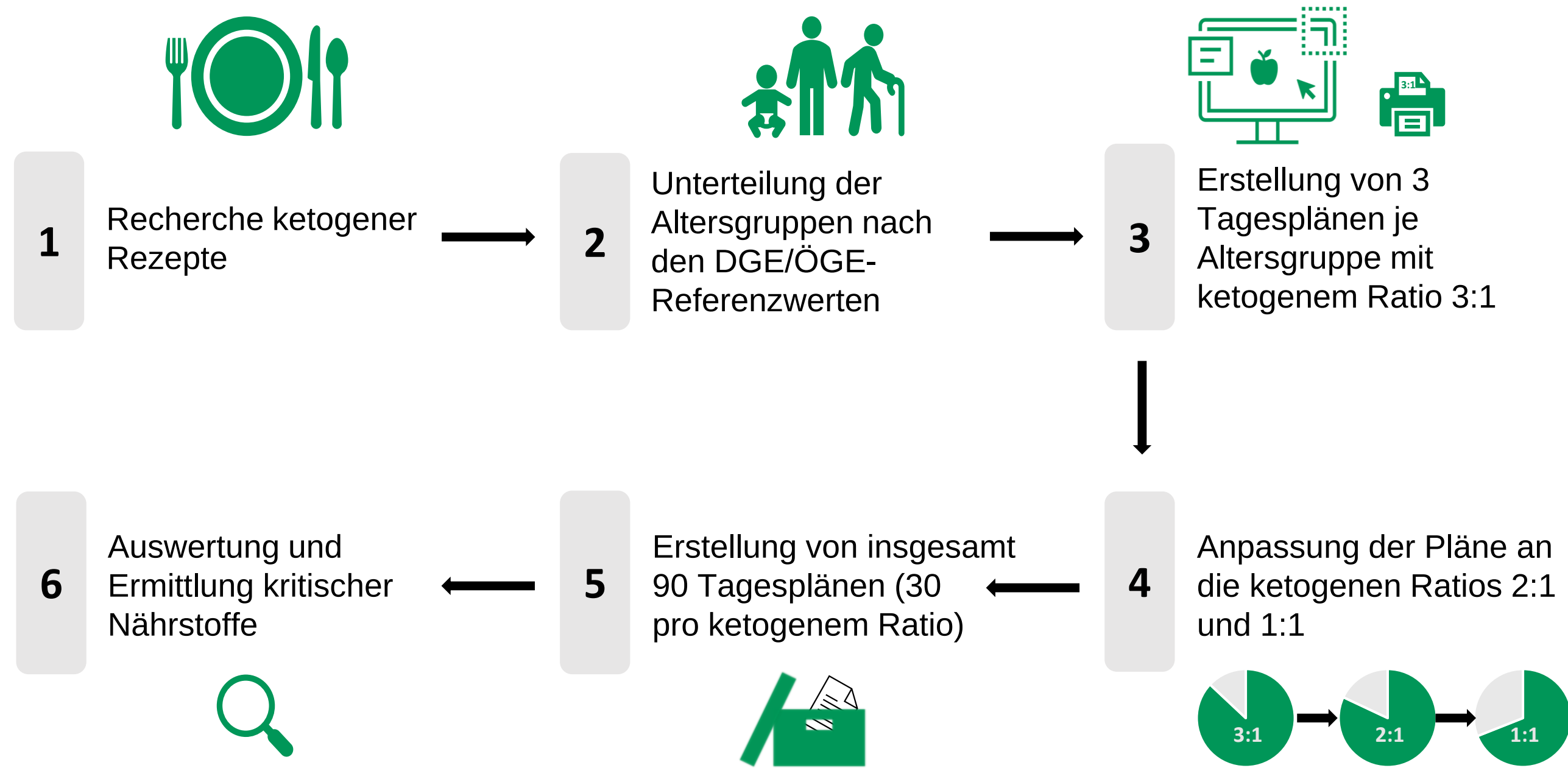


Abb. 2: Methodischer Aufbau des Projekts zur Ermittlung kritischer Nährstoffe.

Tab. 1: Anzahl der Tagespläne, die in > 50 % der Pläne die DGE-/ÖGE-Referenzwerte von Vitaminen und Mineralstoffen < 95 % erfüllen.

Vitamine und Mineralstoffe	Anzahl n (%) der Pläne < 95 % der DGE-/ÖGE-Referenzwerte
Vitamin D	90 (100)
Pantothensäure	78 (87)
Thiamin	72 (80)
Zink	70 (78)
Eisen	64 (71)
Kalium	64 (71)
Vitamin B ₁₂	52 (58)

[1] Bier, D.M.; Brosnan, J.T.; Flatt, J.P.; Hanson, R.W.; Heird, W.; Hellerstein, M.K.; Jéquier, E.; Kalhan, S.; Koletzko, B.; Macdonald, I.; et al. Report of the IDECG Working Group on lower and upper limits of carbohydrate and fat intake. International Dietary Energy Consultative Group. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1999, *53 Suppl 1*, S177-8, doi:10.1038/sj.ejcn.1600759.

[2] Wilder, R.M. The effect of ketonemia on the course of epilepsy. *The Clinic Bulletin* 1921, 307.

[3] Woodyatt, r.T. Objects and method of diet adjustment in diabetes. *Arch Intern Med* 1921, 28, 125, doi:10.1001/archinte.1921.00100140002001.

[4] Lopes Neri, L.d.C.; Guglielmetti, M.; Fiorini, S.; Pasca, L.; Zanaboni, M.P.; Giorgis, V. de; Tagliabue, A.; Ferraris, C. Adherence to ketogenic dietary therapies in epilepsy: A systematic review of literature. *Nutr. Res.* 2024, *126*, 67–87, doi:10.1016/j.nutres.2024.03.009.

[5] Klepper, J.; Della Marina, A.; Feucht, M.; Leiendecker, B.; van Teeffelen-Heithoff, A.; Wiemer-Kruel, A.; Bölsterli, B.; Male-Dressler, A.; Herberhold, T.; Höller, A.; et al. Ketogene Ernährungstherapien (KET): S1-Leitlinie Ketogene Diäten. *AWMF online* 2021.

[6] Churuangasuk, C.; Griffiths, D.; Lean, M.E.J.; Combet, E. Impacts of carbohydrate-restricted diets on micronutrient intakes and status: A systematic review. *Obes. Rev.* 2019, *20*, 1132–1147, doi:10.1111/obr.12857.