

Vegane Ernährung im Sport

Die Bedeutung der veganen Ernährung nimmt seit ein paar Jahren auch in der Sporternährung zu. Gemäss der nationalen Ernährungserhebung «MenuCH» von 2014-2015 leben in der Schweiz ca. 5 % der Bevölkerung vegetarisch, davon ca. jeder Zehnte vegan. Die Motivation, sich vegan zu ernähren, ist unterschiedlich: Neben ethischen Gründen und dem Klimaschutz sind gerade in der Sporternährung die Gesundheit, die Gewichtskontrolle und eine geglaubte leistungsfördernde Wirkung ein Kriterium für Athleten*innen. Nicht zuletzt tragen vegane Spitzenathleten*innen in den sozialen Medien dazu bei, dass das Thema im Sport präsent ist.

Doch wie sieht es mit der Evidenz aus? Ist eine vegane Ernährung gesund und ausgewogen? Was sind mögliche Vorteile und welche Risiken und Herausforderungen bringt sie für Sportler*innen mit sich?

Untersuchungen zur veganen Ernährung bei Athleten*innen gibt es noch wenige, weshalb in diesem Hot Topic Daten von Untersuchungen der veganen Ernährung im Allgemeinen beigezogen wurden.

Definition der veganen Ernährung

Personen, welche sich vegan ernähren, verzehren ausschliesslich pflanzliche Nahrungsmittel und verzichten auf alle tierischen Lebensmittel (Fleisch, Fisch, Meeresfrüchte) und auch auf solche, die von Tieren produziert werden (Milchprodukte, Eier, Honig). Oftmals verzichten Veganer*innen auch auf Materialien, welche vom Tier stammen, so zum Beispiel auf Leder, Schurwolle und Seide.¹ Die vegane Ernährung ist klar von einer vegetarischen Ernährung zu unterscheiden. Weitere Informationen zu vegetarischen Ernährungsformen sind im Hot Topic «Vegetarische Ernährungsweisen im Sport» zu finden.

Kohlenhydrate

Die Kohlenhydratzufuhr von Veganer*innen ist dank dem Konsum von Getreide, Hülsenfrüchten und Früchten üblicherweise höher als bei Omnivoren (Allesesser).² Dies ist vor allem für Ausdauerathleten von Vorteil. Trotz des höheren Nährstoffgehalts von Vollkornprodukten sollen in der veganen Sporternährung auch raffinierte Getreide wie Reis, Teigwaren, Nudeln und Buchweizen konsumiert werden (weniger Volumen, ggf. weniger gastrointestinale Beschwerden).

Kohlenhydratsupplemente (Riegel, Gel, Sportgetränke) sind in der Regel vegan. Dies ermöglicht auch veganen Athleten eine optimale Kohlenhydratversorgung vor, während und nach der sportlichen Belastung.

Fette

Die Zufuhr an gesättigten Fettsäuren sowie die gesamte Fettzufuhr sind bei einer veganen Ernährungsform tiefer als bei einer vegetarischen oder omnivoren Ernährungsweise.^{3, 4} Gerade bei den Fetten ist in Bezug auf Gesundheit und Leistung nicht nur die Quantität entscheidend, sondern auch die Qualität. Die essenziellen Fettsäuren sind als Bestandteil der Zellmembran und als Regulatoren im Immunsystem unabdingbar. Hervorzuheben sind die Omega-3-Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA), welche in den meisten pflanzlichen Lebensmitteln nicht enthalten sind.

Der menschliche Körper kann jedoch die in Pflanzen vorkommende Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure (ALA) zu

einem geringen Teil in EPA und DHA umwandeln. ALA findet man unter anderem in Leinöl, geschroteten Leinsamen, Chiasamen und auch in Rapsöl, Olivenöl und Walnüssen. Diese Lebensmittel sowie eine Supplementation von DHA aus Algenöl kann bei Veganer*innen die Omega-3-Fettsäurezufuhr optimieren.⁵

Ausführliche Informationen zu den Omega-3-Fettsäuren: Supplementguide «Fischöl – Omega-3-Fettsäuren»

Proteine

Die Proteinzufuhr ist bei veganen Athleten*innen verglichen mit Athleten*innen, welche auf keine tierische Produkte verzichten, geringer.¹¹

Wie bei den Fetten ist neben der Quantität die Proteinqualität sehr entscheidend, um die Muskelproteinsynthese und Adaptationsprozesse zu unterstützen. Pflanzliche Lebensmittel enthalten nicht im gleichen Mass essenzielle Aminosäuren wie tierische Proteinquellen⁷. Insbesondere die essenzielle Aminosäure Leucin ist für die Stimulation der Muskelproteinsynthese und somit für die Erholung und Adaption nach sportlichen Leistungen von Relevanz⁸. Der Konsum von Milch/Milchprotein führt nach dem Krafttraining zu einem höheren Muskelmassezuwachs im Vergleich zu Sojaproteinsupplementen. Dies kann auf das günstige Aminosäureprofil der Milch zurückzuführen sein⁹. Die Aminosäurezusammensetzung der verschiedenen pflanzlichen Proteinquellen variiert erheblich. Werden ausschliesslich pflanzliche Proteine konsumiert, empfiehlt es sich verschiedene pflanzliche Proteinlieferanten zu kombinieren, um ein möglichst grosses Aminosäuren-Spektrum und somit eine möglichst hohe Menge an für den Körper notwendigen Aminosäuren zu erreichen.^{7, 35} Ein Beispiel: Kombiniert man zum Beispiel Mais-, Hanf- oder Reisprotein (mit niedrigem Lysin- und hohem Methioningehalt) mit einer gleichen Menge Soja- oder Erbsenprotein (mit niedrigem Methionin- und hohem Lysingehalt), erhält man eine Mischung mit einem ausgewogeneren Aminosäureprofil.³⁵ Aber selbst, wenn verschiedene pflanzliche Lebensmittel derart gemischt werden, dass ein ausgewogenes Profil und eine genügend hohe Menge der essenziellen Aminosäuren in einem Produkt oder in einer Mahlzeit erzielt wird, bleibt die generell schlechtere Verdaulichkeit von Proteinen aus pflanzlichen Lebensmitteln. Werden pflanzliche Lebensmittel nicht geschickt kombiniert, benötigt es mindestens eine doppelte Menge an Protein, um die gleiche Menge an essentiellen Aminosäuren zu erreichen.³⁵ Das ist in der Praxis aber nicht immer ganz einfach: so benötigt es zum Beispiel 300-400 Gramm gekochte Linsen, um eine Proteinzufuhr von 30-40 Gramm zu erzielen. Neben der Quantität und Qualität (Kombination der einzelnen Proteinquellen) ist auch die Verteilung über den Tag wichtig; mindestens drei, besser vier bis fünf Proteinportionen sind empfohlen, um den Proteinbedarf zu decken.

Kritische Mikronährstoffe

Das Weglassen von ganzen Lebensmittelgruppen hat zur Folge, dass es zu einem Defizit an bestimmten Mikronährstoffen kommt. Besteht über längere Zeit eine ungenügende Zufuhr, kann dies negative, wenn nicht schädliche Folgen für die Gesundheit und Leistung von Athleten*innen haben^{10, 11}. Bei Veganern*innen in der Schweiz sind die Mikronährstoffe Kalzium Vitamin B12 und Zink besonders kritisch. Jedoch haben Veganer*innen nicht automatisch einen Mikronährstoff-

mangel. Dies liegt daran, dass viele Veganer*innen regelmässig Supplemente oder nährstoffangereicherte Lebensmittel zu sich nehmen.^{11, 31} In der Folge wird kurz auf die einzelnen kritischen Mikronährstoffe eingegangen:

Vitamin B12 (Cobalamin)

Eine britische Studie zeigte, dass 50% der Veganer*innen einen Vitamin B12-Mangel haben¹². Wird Vitamin B12 supplementiert, ist der Vitamin B12-Status bei veganen Personen ähnlich wie dieser von Omnivoren¹³.

Vitamin B12 ist unabdingbar für die Funktion des Nervensystems, die Bildung von DNA sowie im Stoffwechsel. Ein Mangel kann – oft im Zusammenhang mit einem Eisenmangel – zu einer Blutarmut sowie zu neurologischen Problemen führen. Besteht ein Vitamin B12-Mangel über einen längeren Zeitraum, können die neurologischen Schäden irreversibel sein. Mehr dazu findet sich im Infoblatt Vitamin B12.

Da Vitamin B12 von Mikroorganismen (Bakterien) gebildet wird, ist es fast ausschliesslich in tierischen Lebensmitteln enthalten. In pflanzlichen Lebensmitteln ist nur dann Vitamin B12 enthalten, wenn die Pflanze mit tierischen Produkten (z.B. Gülle) kontaminiert wurde oder wenn ein Gärungsprozess stattfand (z.B. Sauerkraut, Hefe). Algen (z.B. Spirulina) enthalten Vitamin B12, jedoch in einer inaktiven und somit für den Körper nicht nutzbarer Form. Veganer*innen wird darum empfohlen, Lebensmittel zu konsumieren, die mit Vitamin B12 angereicht sind oder Vitamin B12 zu supplementieren und dieses ein- bis zweimal jährlich bestimmen zu lassen. Kommt es trotz Supplementation zu einem Defizit, macht es – in Rücksprache mit einem Arzt – Sinn, das Vitamin B12 intramuskulär zu verabreichen.¹⁴

Eisen

Nicht die Quantität der Zufuhr führt dazu, dass Veganer*innen öfters zu einem Eisenmangel neigen als Omnivoren*innen, sondern die Bioverfügbarkeit, welche beim pflanzlichen (nicht-Häm) Eisen schlechter ist als beim tierischen (Häm-Eisen). Gerade Hülsenfrüchte und Vollkornprodukte sind eisenhaltig, enthalten jedoch auch sekundäre Pflanzenstoffe (Phytate), welche die Aufnahme hemmen. Zudem beeinträchtigt das Tannin in Tee, Kaffee und Kakao die Aufnahme. Auf der anderen Seite kann Vitamin C die Aufnahme des Nicht-Häm-Eisens fördern. Das Wissen über pflanzliche Eisenquellen sowie die geeignete Lebensmittelkombinationen helfen, das Risiko eines Eisenmangels zu reduzieren. Gerade die Symptome eines Eisenmangels – Anämie, Müdigkeit/Schwäche, Kurzatmigkeit – können das Training und die sportliche Leistung stark beeinflussen¹⁵. Auch tiefe Eisenwerte ohne eine Anämie reduzieren die Ausdauerleistung, erhöhen den Energieverbrauch und beeinträchtigen die Trainingsanpassung bei Frauen¹⁶. Wenn ein Eisenmangel trotz Berücksichtigung der diätetischen Massnahmen besteht, kann eine Supplementierung helfen, einen Mangel zu beheben oder langfristig einen ausreichenden Eisenstatus zu erhalten. Mehr dazu im Hot Topic «Eisen und Eisenmangel im Sport».

Vitamin D

Vitamin D wird vom Körper vorwiegend selbst, mit Hilfe der UVB-Strahlen des Sonnenlichts über die Haut gebildet. Ungefähr 10% des Bedarfs, kann über tierische Lebensmittel (wie Käse oder Fisch) gedeckt werden. Vitamin D spielt zudem eine wichtige Rolle bei der Kalziumaufnahme, dem Knochen-

stoffwechsel und weiteren physiologischen Prozessen (z.B. im Muskelstoffwechsel). Gerade Personen, welche sich vegan ernähren und wenig Sonnenexposition haben wie beispielsweise Indoorsportler*innen, weisen häufig tiefe Vitamin D-Spiegel auf¹⁷. Vegane Athleten*innen sollten ihren Vitamin D Status regelmässig überprüfen lassen. Mehr dazu im Supplementguide «Vitamin D».

Kalzium

Neben der Knochengesundheit spielt Kalzium eine wichtige Rolle bei der Blutgerinnung, Nervenübertragung, Muskeltätigkeit sowie im Vitamin D-Stoffwechsel. Die empfohlene Tagesmenge von 1000 Milligramm gilt auch für Sportler*innen.¹⁸ Da Milch-/Milchprodukte die Hauptlieferanten von Kalzium in der omnivoren und vegetarischen Ernährung sind, müssen Veganer*innen auf eine ausreichende Einnahme von kalziumreichen, pflanzlichen Nahrungsmitteln achten. Dazu gehören hauptsächlich Hülsenfrüchte und grünes, oxalatarms Gemüse. Oxalat hemmt die Kalziumaufnahme. Rande, Spinat und Mangold sind besonders oxalatreich. Um die Kalziumzufuhr zu optimieren, wird empfohlen, dass Veganer*innen kalziumangereicherte Lebensmittel wie Sojadrink, Fruchtsaft und kalziumreiche Mineralwasser konsumieren. Beim Auftreten einer Stressfraktur, bei ausbleibender Regelblutung oder bei Athleten*innen mit einer tiefen Energieverfügbarkeit ist ein besonderes Augenmerk auf eine ausreichende Kalziumzufuhr zu legen.¹⁹ Mehr dazu im Infoblatt Kalzium im Supplementguide.

Zink

Zink ist Bestandteil verschiedener Enzyme und somit an diversen Stoffwechselprozessen beteiligt, z.B. Zellwachstum, Immunsystem, Proteinstoffwechsel. Da die Aufnahme von Zink im Dünndarm stark vom Phytatgehalt der Ernährung abhängt, werden teilweise unterschiedliche Referenzwerte angegeben. Mehr dazu im Infoblatt Zink im Supplementguide.

Obwohl Zink in vielen Lebensmitteln enthalten ist, kann es bei einer rein pflanzlichen Ernährung zu einem Mangel kommen, da das pflanzliche Zink wegen dem Phytatgehalt weniger gut aufgenommen wird als das tierische. Man geht deshalb davon aus, dass Menschen, welche auf Fleisch und Fisch verzichten, bis zu 50% mehr Zink zuführen müssen²⁰. Veganer*innen sollten darauf achten, zinkreiche Lebensmittel wie u.a. Hanfsamen, Kürbiskerne, Haferflocken, Nüsse, Bohnen in den Menüplan einzubauen. Die Aufnahme kann durch Einweichen, Keimen lassen oder Gärung begünstigt werden, denn dadurch werden sekundäre Pflanzenstoffe (Phytate) reduziert und die Aufnahmefähigkeit gesteigert. Hingegen sollten Folsäure, Eisen, Kalzium, Kupfer und Magnesium in Form von Supplementen nicht gleichzeitig eingenommen werden, da diese die Aufnahme von Zink hemmen²¹. Mehr dazu findet sich im Infoblatt «Zink».

Jod

Jod hat eine grosse Relevanz für die Schilddrüsenfunktion und spielt eine Rolle im Wachstum und in der Entwicklung. Untersuchungen zeigten, dass es Veganer*innen gibt, welche zu wenig aber auch solche, die zu viel Jod (aus Algen) aufnehmen. Beides kann die Schilddrüsenfunktion beeinträchtigen.²² Omnivoren nehmen Jod hauptsächlich über Milchprodukte und Fisch sowie jodiertem Salz auf. Veganer*innen sollten darauf achten, jodiertes und fluoridiertes Speisesalz zu verwenden. Mehr dazu im Infoblatt «Jod» unter Sporternährung → Nährstoffe.

Vegane Ernährung im Sportleralltag

Durch die Zufuhr von verschiedenem Getreide und von Hülsenfrüchten ist die Kohlenhydratzufuhr bei Veganer*innen in der Regel genügend. Auch die Fettqualität ist bei einer veganen Ernährung meist hochwertig.²⁰ Weiter kommt es durch die pflanzliche Ernährung generell zur Aufnahme von Mikronährstoffen und sekundären Pflanzenstoffen.

Hinzu kommt, dass sich vegane Athlet*innen im Allgemeinen vermehrt mit einer gesunden und ausgewogenen Ernährung auseinandersetzen.

Neben diesen Vorteilen können jedoch folgende Schwierigkeiten auftreten, die die Umsetzung im Sportleralltag erschweren:

Deckung des Energiebedarfs

Die Zufuhr von Nahrungsfasern ist bei einer veganen Ernährung in der Regel höher als bei einer omnivoren Ernährungsform, was zu einer schnelleren und längeren Sättigung führen kann. Zudem weisen pflanzliche Lebensmittel meist auch eine tiefe Energiedichte auf. Diese Faktoren können eine ausreichende Energiezufuhr, insbesondere während einer intensiven Trainingsphase, erschweren.³² Eine zu tiefe Energieverfügbarkeit kann die Leistung schwächen (Muskelmasseverlust/Kraftverlust, längere Erholung, beeinträchtigte Trainingsadaptation) und die Gesundheit (längerfristig) beeinträchtigen (geschwächte Immunfunktion, anfälliger für Erkältung, tiefe Knochenichte, ausbleiben der Menstruation (relatives Energiedefizit im Sport, RED-S)).^{23, 24}

Aus diesen Gründen sollten vegane Athleten*innen ein besonderes Augenmerk auf eine ausreichende Energiezufuhr legen. Folgende Massnahmen können helfen, die Energiezufuhr zu steigern:

- Mehrere Mahlzeiten über den Tag verteilt, Zwischenmahlzeiten einbauen.
- Lebensmittel mit einer hohen Energiedichte wählen (Nüsse, Dörrfrüchte, Riegel).
- Mahlzeiten anreichern mit pflanzlichen Ölen mit gutem Omega-6 zu Omega-3 Fettsäure Verhältnis (z.B. Rapsöl, Leinöl, Kürbiskernöl, Olivenöl).
- Vergrössern der Kohlenhydratportionen und ggf. verkleinern der Gemüseportion.
- Der Verzehr von raffinierten Kohlenhydraten (helles Brot, weisser Reis etc.) anstelle von Vollkornprodukten.

Mehr zum RED-S im Hot Topic "Energieverfügbarkeit im Sport".

Verpflegung unterwegs: Nicht immer sind pflanzliche Alternativen für eine ausreichende Energie- und Proteinzufuhr vorhanden. Es empfiehlt sich, pflanzliche Proteinquellen und weitere Snacks dabei zu haben, z.B. veganer Proteinriegel, Humus, Nüsse, Lebensmittelresten von zu Hause.

Vegane Fertigprodukte: Sind teilweise stark verarbeitet, können eine hohe Energiedichte, gesättigte Fette und viel Salz enthalten. Letzteres ist Athleten*innen, welche viel schwitzen, weniger kritisch. Dennoch empfiehlt es sich, möglichst unverarbeitete Produkte zu bevorzugen.

Proteinqualität: Für die Regeneration und den Muskelmasseerhalt/-aufbau ist eine ausreichende Proteinzufuhr wichtig. Wie bereits erwähnt, sind pflanzliche Proteinquellen oft «unvollständig», da ihnen wichtige essenzielle Aminosäuren fehlen, und enthalten in der Regel weniger verzweigtkettige Aminosäuren (BCAA) als tierisches Protein. Wird eine hohe Menge an Protein benötigt (z.B. 2 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht) oder kann der Proteinbedarf mit natürlichen Lebensmitteln nicht gedeckt werden, kann ein Proteinpulver, welches aus verschiedenen Proteinquellen zusammengesetzt ist, Sinn machen. Neue Daten belegen die Wirksamkeit von pflanzlichen Proteinpulvern zur Verbesserung der Regeneration nach dem Training und zur Förderung der Zunahme an Muskelmasse als Teil des Krafttrainings.^{33, 34} Dennoch sind im Vergleich zu Proteinpräparaten auf Milchbasis die pflanzlichen Alternativen wie beispielsweise Erbsen oder Hanf noch weniger erforscht und generell wird aus oben genannten Gründen mehr davon benötigt wie bei Präparaten tierischer Herkunft.²⁰

Gastrointestinale Verträglichkeit: Der insgesamt hohe Gehalt an Nahrungsfasern und Fodmaps (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols) bei einer veganen Ernährung kann gastrointestinale Beschwerden wie Blähungen, Bauchschmerzen, Durchfall oder Verstopfung begünstigen. Fodmaps sind beispielsweise enthalten in Zwiebeln, Knoblauch, gewisse Gemüsesorten, Weizen, Roggen, Hülsenfrüchte, Nüsse wie Pistazien, Früchte. Die Magen-Darm-Beschwerden können die Leistung beeinträchtigen und zu einem Trainings- beziehungsweise Wettkampfabbruch führen. Der Faseranteil oder/und der Anteil an Fodmaps sollte deshalb vor intensiven Trainings oder vor Wettkämpfen reduziert werden, sofern diese zu Beschwerden führen. Auch wenn der hohe Faseranteil für Athleten ein Nachteil bringen kann, ist er für die Darmgesundheit bzw. für die Darmmikrobiota (die Mikroorganismen im Darm) von Vorteil, da die Fasern das Wachstum von «guten» Darmmikrobiota fördern.²⁵

Mehr zum Thema unter Hot Topic «Das Fodmap Prinzip»

Kreatin und Beta-Alanin: Kreatin ist ein wichtiger Energieträger, welcher im Muskel in Form von Kreatin-Phosphat gespeichert wird. Durch eine vegetarische oder gar reine pflanzenbasierte Ernährung sind diese Kreatinspeicher gegenüber einer omnivoren Ernährung reduziert.^{20, 26} Mit einer gezielten Kreatin Supplementation können diese Speicher wieder erhöht werden. Für welche Sportarten, in welcher Dosierung und Supplementationsdauer Kreatin angewendet sein sollte, kann im Faktenblatt «Kreatin» im Supplementguide nachgelesen werden. Ähnliches gilt auch für das Beta-Alanin. Auch da scheint der Muskelcarnosinspiegel bei Vegetariern gegenüber Omnivoren erniedrigt zu sein. Sinnvollerweise lassen sich auch da diese Speicher über eine Beta-Alanin Supplementation in gewissen Sportarten oder -disziplinen erhöhen. Für wen dies geeignet ist und wie die Dosierung und Supplementationsdauer aussehen, wird im Faktenblatt «Beta-Alanin» im Supplementguide näher ausgeführt.

Sportliche Leistung

Die meisten wissenschaftlichen Arbeiten vergleichen die Leistung zwischen Athlet*innen, die sich vegan ernähren, mit solchen, welche alles essen. Dabei konnten weder Vor- und Nachteile einer veganen Ernährung in Bezug auf die Leistung im Sport aufgezeigt werden. In Anbetracht der sehr begrenzten Studienlage zur veganen bzw. vegetarischen Ernährung im Spitzensport sind weitere Untersuchungen erforderlich, um Unterschiede in der sportlichen Leistung festzustellen.^{27, 28, 29}

Fazit

Eine vegane Ernährung kann sowohl den Gesundheits- als auch den Leistungsanforderungen entsprechen. Jedoch müssen grundlegende Ernährungsanforderungen erfüllt und sportartspezifische, ernährungsbezogene Anpassungen beachtet werden.³⁰

Die Evidenz, dass eine vegane Ernährung eine potenzielle leistungsfördernde Wirkung hat, ist unzureichend. Eine nicht optimal umgesetzte vegane Ernährung führt hingegen zu Mangelerscheinungen sowie zu einem Energiedefizit und kann so die Leistung wie auch die Regenerationsfähigkeit mindern. Vor allem für Athleten*innen, die sich für eine Umstellung auf eine

Literatur

1. Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **116**(12), 1970-1980.
2. McEvoy, C. T., Temple, N., & Woodside, J. V. (2012). Vegetarian diets, low-meat diets and health: a review. *Public health nutrition*, **15**(12), 2287-2294.
3. Rosell, M. S., Lloyd-Wright, Z., Appleby, P. N., Sanders, T. A., Allen, N. E., & Key, T. J. (2005). Long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids in plasma in British meat-eating, vegetarian, and vegan men. *The American journal of clinical nutrition*, **82**(2), 327-334.
4. Clarys, P., Deliens, T., Huybrechts, I., Deriemaeker, P., Vanaelst, B., De Keyser, W., ... & Mullie, P. (2014). Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*, **6**(3), 1318-1332.
5. Simopoulos, A. P. (2007). Omega-3 fatty acids and athletics. *Current sports medicine reports*, **6**(4), 230-236.
6. Burns-Whitmore, B., Froyen, E., Heskey, C., Parker, T., & San Pablo, G. (2019). Alpha-linolenic and linoleic fatty acids in the vegan diet: do they require dietary reference intake/adequate intake special consideration?. *Nutrients*, **11**(10), 2365.
7. van Vliet, S., Burd, N. A., & van Loon, L. J. (2015). The skeletal muscle anabolic response to plant-versus animal-based protein consumption. *The Journal of nutrition*, **145**(9), 1981-1991.
8. Campbell, B., Kreider, R. B., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, D., ... & Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the international society of sports nutrition*, **4**(1), 1-7.
9. MacDonald, J. R., Armstrong, D., & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *The American journal of clinical nutrition*, **85**(4), 1031-1040.
10. Appleby, P. N., & Key, T. J. (2016). The long-term health of vegetarians and vegans. *Proceedings of the Nutrition Society*, **75**(3), 287-293.
11. Bakaloudi, D. R., Halloran, A., Rippin, H. L., Oikonomidou, A. C., Dardavesis, T. I., Williams, J., ... & Chourdakis, M. (2021). Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clinical Nutrition*, **40**(5), 3503-3521.
12. Gilsing, A. M., Crowe, F. L., Lloyd-Wright, Z., Sanders, T. A., Appleby, P. N., Allen, N. E., & Key, T. J. (2010). Serum concentrations of vitamin B12 and folate in British male omnivores, vegetarians and vegans: results from a cross-sectional analysis of the EPIC-Oxford cohort study. *European journal of clinical nutrition*, **64**(9), 933-939.

vegane Ernährung entschieden, wird eine Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachperson, welche ein gutes Fachwissen in veganer sowie Sporternährung hat, empfohlen.

Verfasser: Esther Haller
Datum: November 2022, Version 1.0
Gültigkeit: bis November 2025

13. Weikert, C., Trefflich, I., Menzel, J., Obeid, R., Longree, A., Dierkes, J., ... & Abraham, K. (2020). Vitamin and mineral status in a vegan diet. *Deutsches Ärzteblatt International*, **117**(35-36), 575.
14. Pawlak, R., Lester, S. E., & Babatunde, T. (2014). The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature. *European journal of clinical nutrition*, **68**(5), 541-548.
15. Longo, D. L., & Camaschella, C. (2015). Iron-deficiency anemia. *N Engl J Med*, **372**(19), 1832-1843.
16. Burden, R. J., Morton, K., Richards, T., Whyte, G. P., & Pedlar, C. R. (2015). Is iron treatment beneficial in iron-deficient but non-anaemic (IDNA) endurance athletes? A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, **49**(21), 1389-1397.
17. Crowe, F. L., Steur, M., Allen, N. E., Appleby, P. N., Travis, R. C., & Key, T. J. (2011). Plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: results from the EPIC-Oxford study. *Public health nutrition*, **14**(2), 340-346.
18. Del Valle, H. B., Yaktine, A. L., Taylor, C. L., & Ross, A. C. (Eds.). (2011). Dietary reference intakes for calcium and vitamin D.
19. Kunstel, K. (2005). Calcium requirements for the athlete. *Current sports medicine reports*, **4**(4), 203-206.
20. Rogerson, D. (2017). Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, **14**(1), 1-15.
21. Lonnerdal, B. (2000). Dietary factors influencing zinc absorption. *The Journal of nutrition*, **130**(5), 1378S-1383S.
22. Lightowler, H. J. (2009). Assessment of iodine intake and iodine status in vegans. *Comprehensive handbook of iodine: nutritional, biochemical, and therapeutic aspects*. Atlanta: Elsevier, 429-36.
23. Barron, E., Sokoloff, N. C., Maffioli, G. D., Ackerman, K. E., Woolley, R., Holmes, T. M., ... & Misra, M. (2016). Diets high in fiber and vegetable protein are associated with low lumbar bone mineral density in young athletes with oligoamenorrhea. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **116**(3), 481-489.
24. Melin, A., Tornberg, Å. B., Skouby, S., Møller, S. S., Faber, J., Sundgot-Borgen, J., & Sjødin, A. (2016). Low-energy density and high fiber intake are dietary concerns in female endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **26**(9), 1060-1071.
25. Tomova, A., Bukovsky, I., Rembert, E., Yonas, W., Alwarith, J., Barnard, N. D., & Kahleova, H. (2019). The effects of vegetarian and vegan diets on gut microbiota. *Frontiers in nutrition*, **6**, 47.
26. Kaviani, M., Shaw, K., & Chilibeck, P. D. (2020). Benefits of creatine supplementation for vegetarians compared to omnivorous

HOT TOPIC

athletes: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, **17**(9), 3041.

27. Lynch, H., Johnston, C., & Wharton, C. (2018). Plant-based diets: Considerations for environmental impact, protein quality, and exercise performance. *Nutrients*, **10**(12), 1841.

28. Nebl, J., Haufe, S., Eigendorf, J., Wasserfurth, P., Tegtbur, U., & Hahn, A. (2019). Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, **16**(1), 1-8.

29. Craddock, J. C., Probst, Y. C., & Peoples, G. E. (2016). Vegetarian and omnivorous nutrition—Comparing physical performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, **26**(3), 212-220.

30. Craig, W. J. (2009). Health effects of vegan diets. *The American journal of clinical nutrition*, **89**(5), 1627S-1633S.

31. Schüpbach, R., Wegmüller, R., Berguerand, C., Bui, M., & Herter-Aeberli, I. (2017). Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *European journal of nutrition*, **56**(1), 283-293.

32. Melin, A., Tornberg, Å. B., Skouby, S., Møller, S. S., Faber, J., Sundgot-Borgen, J., & Sjödín, A. (2016). Low-energy density and high fiber intake are dietary concerns in female endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **26**(9), 1060-1071.

33. Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, M. J., MacDonald, J. R., Armstrong, D., & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *The American journal of clinical nutrition*, **85**(4), 1031-1040.

34. Joy, J. M., Lowery, R. P., Wilson, J. M., Purpura, M., De Souza, E. O., Wilson, S., ... & Jäger, R. (2013). The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutrition journal*, **12**(1), 1-7.

35. Pinckaers, P. J., Trommelen, J., Snijders, T., & van Loon, L. J. (2021). The anabolic response to plant-based protein ingestion. *Sports Medicine*, **51**(1), 59-74.