

## 4.14.1 Schadet oder nützt Fleischverzehr der Gesundheit?

O. Adam

---

### Überblick

- Einleitung
- Bedeutung von Fleisch für die Gesundheit
- Fleisch schadet der Gesundheit
- Fleisch oder kein Fleisch – das ist die Frage
- Ernährungsempfehlungen
- Literatur

### Einleitung

Vegetarisch oder gar vegan essen ist im Trend, wie eine Umfrage des Instituts für Demoskopie in diesem Jahr ergeben hat. Noch nie haben so viele Personen sich für den Verzicht auf Produkte tierischer Herkunft entschieden und eine vegetarische oder gar vegane Kost eingehalten (26). Hierzu haben verschiedene Faktoren beigetragen, wie die die Sorge um die Erderwärmung und den dadurch bedingten Klimawandel, der durch den gesteigerten CO<sub>2</sub>-Anfall infolge der rasant steigenden Nutztierhaltung mitverursacht wird. Umfragen zeigen auch, dass Berichte über unwürdige Tierhaltung und Tiertransporte wesentlich dazu beigetragen haben. Eine der Hauptursachen dürften aber die Zunahme der Massentierhaltung sein, die zu einem Preisverfall der Produkte tierischer Herkunft beigetragen hat.

Besonders Bevölkerungsschichten mit niedrigem Einkommen nehmen die Billigangebote gerne wahr und diese Bevölkerungsschichten zeigen auch die größte Zunahme der Inzidenz von Zivilisationskrankheiten und Adipositas. Die Umfragen zeigen auch, dass gesundheitliche Aspekte bei der Entscheidung für oder gegen den Fleischkonsum keine große Rolle spielen, obwohl die Gefährdung der Gesundheit durch den übermäßigen Verzehr tierischer Produkte ein wichtiger Grund für den Fleischverzicht

September 2021

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

sein könnte (11). Die Forschung der letzten Jahre hat gezeigt, dass die Zivilisationskrankheiten, wie Arteriosklerose, Diabetes mellitus Typ 2, die krankhafte Adipositas, die Hypertonie und andere Krankheit, die in der westlichen Welt mit steigender Inzidenz beobachtet werden, durch eine niedrigschwellige Ganzkörperentzündung gekennzeichnet sind (4) (Abb. 1).

Stress, unser Lebensstil, Rauchen und Umweltfaktoren wirken pro-entzündlich, aber eine der – oder vielleicht sogar die wichtigste – Ursache der Ganzkörperentzündung ist der **enorm steigende Fleischkonsum**. Eine Gewichtsreduktion, eine mehr pflanzlich orientierte Kost und ein verminderter Verzehr tierischer Produkte kann dem entgegenwirken. Aber sollte es gleich ein Fleischverzicht sein? Welchen gesundheitlichen Wert haben tierischer Nahrungsmittel? Zweifellos hat unser Wissen über die Inhaltsstoffe und die Wirkung tierischer Lebensmittel enorm zugenommen. Diese komplexer gewordene Sachlage erfordert eine neue, differenziertere Abwägung der Frage: schadet oder nützt Fleischverzehr der Gesundheit. Dazu gibt es verschiedene zu berücksichtigende Bereiche: ist rotes oder weißes Fleisch unterschiedlich zu beurteilen? Was sind die gesundheitsfördernden und die gesundheitsschädigenden Komponenten im Fleisch? Warum wird fettem Fleisch eine gesundheitsschädigende Wirkung zugeschrieben? Welche Rolle spielt das Cholesterin? Dieser Artikel versucht einige der Fragen zu beantworten.

### **Bedeutung von Fleisch für die Gesundheit**

Fettarmes Fleisch und Fleischprodukte tragen wesentlich zu einer vollwertigen Ernährung bei und verbessern die Versorgung mit Protein, Eisen, Spurenelementen und Vitaminen, die mit pflanzlicher Kost oft nicht in ausreichender Menge zugeführt werden. Für die Spurenelemente Selen und Zink sind Produkte tierischen Ursprungs derzeit die Hauptlieferanten, bei den Vitaminen sind es die Vitamine B<sub>1</sub> (Thiamin), B<sub>6</sub> (Pyridoxin) und vor allem Vitamin B<sub>12</sub>. Des Weiteren liefert Fleisch die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K. Tierische Lebensmitteln (z. B. Fleisch, Milch, Käse, Fisch) bieten im Vergleich zu pflanzlichen Proteinquellen etwa die doppelte Menge Eiweiß pro Gewichtsanteil. Muskelfleisch besteht zu rund einem Fünftel aus Eiweiß, das zwar mengenmäßig eine ausreichende Proteinzufuhr unterstützt, sich im Rahmen einer gesunden Kost aber nicht als alleinige Proteinquelle eignet.

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

Der Körper ist auf eine ausbalancierte Eiweißzufuhr angewiesen, die den Aufbau und den Ersatz aller Eiweißstrukturen im Körper erlaubt. Das ist sozusagen der Mensch mit Haut und Haar. Knochen, Nägel, Zellen, Organe, Blutbestandteile, Immunglobuline sind Beispiele für die vielfältigen strukturellen Fähigkeiten der Proteine. Diese sehr unterschiedlichen Gewebe zeichnen sich durch eine differenzierte Proteinstruktur aus, deren Zusammensetzung aus Aminosäuren von Gewebe zu Gewebe unterschiedlich ist. Nur eine Ernährung, die den Bedarf aller diese Strukturen deckt, ist vollwertig. Tierische Produkte sind in diesem Sinn höherwertig als pflanzliche Proteine. Je höherwertiger ein Protein ist, desto weniger braucht man, um den täglichen Bedarf an Eiweiß zu decken. Denn fehlt eine Aminosäure, so ist die Eiweißsynthese gestört und eine Katabolie ist die Folge.

Zur Gesunderhaltung ist deshalb weniger die Eiweißmenge in der Kost von Bedeutung, als deren Zusammensetzung. Konkret ist es die sogenannte »limitierende Aminosäure«, von der die biologische Wertigkeit einer Eiweißzufuhr bestimmt wird. Es muss so viel von den Eiweißquellen in der Nahrung gegessen werden, bis diese limitierende Aminosäure in ausreichender Menge zugeführt wird. Aus dieser Erkenntnis wurde das Konzept der biologischen Wertigkeit von dem deutschen Ernährungswissenschaftler Karl Thomas (1883–1969) entwickelt. Je geringer die biologische Wertigkeit der Proteinquelle ist, desto höher muss die Eiweißzufuhr sein. Die möglichst bedarfsgemäße Versorgung mit essentiellen und semiessentiellen Aminosäuren senkt den Proteinbedarf, indem sie die biologische Wertigkeit des Nahrungseiweißes steigert (Tab. 1). Die biologische Wertigkeit eines Nahrungsproteins ist somit ein Maß für die zur Gesunderhaltung notwendige Eiweißmenge. Zu Beginn der Eiweißforschung, erachtete man das Hühnerei als die wertvollste Eiweißquelle für unseren Körper und teilte ihm deshalb die biologische Wertigkeit 100 zu (10, 28). Nachfolgende Forschung zeigte, dass der Erhalt der vielen verschiedenen aus Eiweiß bestehenden Strukturen unseres Körpers, mit einer Mischkost aus pflanzlichen und tierischen Eiweiß am besten erreicht wird (13).

Etwa 20 der in der Natur vorkommenden Aminosäuren werden für die Bildung der Eiweißstrukturen in unserem Körper gebraucht und deshalb als proteinogen (eiweißbildend) bezeichnet. Zahlreiche der über 400 nicht-proteinogenen, natürlich vorkommenden Aminosäuren haben biologische Funktionen (21), sind aber für die Bildung der Körpergewebe nicht erforderlich. Von den proteinogenen Aminosäuren können nur fünf (Alanin, Aspartat, Glutamat, Serin) im menschlichen Körper selbst gebildet

September 2021

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

werden. Alle anderen sind essentiell, der Körper ist auf die ausreichende Zufuhr angewiesen, oder semiessentiell, die Biosynthese in unserem Körper ist nicht ausreichend oder nicht immer gewährleistet (Tab. 1).

Eine hohe biologische Wertigkeit ist am besten mit einer Kost zu erreichen, die – als Richtlinie – jeweils zur Hälfte Proteine aus pflanzlichen und tierischen Quellen liefert. Damit erreicht man eine biologische Wertigkeit, die höher als die von Hühnerei ist, wie das Beispiel der Kombination von Kartoffel und Ei zeigt (Tab. 2). Dabei muss berücksichtigt werden, dass pflanzliche Kost im Durchschnitt weniger als die Hälfte Eiweiß liefert, verglichen mit tierischen Produkten. Wird eine fleischlastige Ernährung eingehalten, so kommen die in pflanzlichen Eiweißquellen vorhandenen Aminosäuren ins Defizit und umgekehrt. Beispielsweise haben Proteine aus Getreide, Nüssen und Samen nur wenig der essentiellen Aminosäure Lysin und die ebenfalls essentielle Aminosäure Methionin wird selbst mit den proteinreichen Hülsenfrüchten (Erbsen, Linsen) und Gemüsen unzureichend aufgenommen. Cystein dagegen ist bei vielen pflanzlichen Proteinen die limitierende Aminosäure. Bei veganer Ernährung sind diese Aminosäuren oft ein Defizit und zur ausreichenden Versorgung müsste eine entsprechend höhere Verzehrsmenge das Defizit kompensieren, damit die Bildung der verschiedenen Körperstrukturen gewährleistet ist. Die dazu erforderliche Eiweißmenge wird bei einer veganen Ernährung nur mit einer sehr überlegten Speisenwahl erreicht. Andererseits ist bei einer fleischbetonten Ernährung die Aminosäure Glutamin unzureichend enthalten. Wenn zur Kompensation die Zufuhr gesteigert wird, so kann das gesundheitlich bedenkliche Folgen haben (27). Eine hohe Zufuhr von tierischem Eiweiß, wie dies mit unseren derzeitigen Verzehrsgewohnheiten der Fall ist, war in mehreren Studien mit erhöhter Mortalität an Herz-Kreislauferkrankungen verbunden (20).

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

Essentielle Aminosäure	Nahrungsquelle (Beispiele)	Wichtig für
Isoleucin (20 mg/Tag), Leucin (39 mg/Tag), Valin	Rind- und Kalbfleisch, Milch, Käse, Thunfisch, Lachs Erdnüsse, Getreide	Energiequelle der Muskeln, Eiweißsynthese bei Stress, hemmen Eiweißabbau
Lysin (30 mg/Tag)	Ei-, Milch- und Muskelprotein.	Wachstum, Gewebereparatur, Kollagenbildung (Gefäße, Gelenke, Gefäße), Bildung von Enzymen, Hormonen Antikörpern, Virenabwehr, Immunsystem
Methionin (10 mg/Tag), Cystin (FP)	Ei, Fleisch, Milch und Milchprodukte	Hämoglobinsynthese, Fettstoffwechsel, Bildung von Carnitin, Cholin, Adrenalin, Kreatin, Melatonin, Nukleinsäuren und Neurotransmittern
Phenylalanin (25 mg/Tag)	Ei, Rindfleisch, Thunfisch Mandeln, Erdnüssen, und Sojabohnen	Ausgangssubstanz der Neurotransmitter Dopamin, Noradrenalin und Adrenalin, beteiligt an Thyroxinsynthese, verzögert den Abbau der Enkephaline, Frabe von Augen, Haut und Haaren.

**Tab. 1:** Essentielle Aminosäuren und deren Stoffwechselprodukte, Bedarf, Vorkommen (aus 11). FP = Folgeprodukt, Fortsetzung auf der nächsten Seite

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

Essentielle Aminosäure	Nahrungsquelle (Beispiele)	Wichtig für
Threonin (15 mg/Tag), Glycin (FP), Serin (FP)	Fleisch, Fisch, Getreideprodukte, Hülsenfrüchte, Sonnenblumenkerne	Antikörperbildung, Energiegewinnung, Harnsäure- und Eiweißstoffwechsel
Tryptophan (4–5 mg/Tag), Niacin (FP),	Rind-, Kalb- und Schweinefleisch, Geflügel, Sardellen, Thunfisch, Lachs, Makrele, Mungobohnen, Erdnüsse und Pilze. (aus Getreideprodukten, besonders Mais, wird Niacin nur teilweise aufgenommen)	Bildung von Vitamin B3 (Nicotinamid, Nicotinsäure u. a.), Steuerung des Stoffwechsels von Kohlenhydraten, Aminosäuren, Fettsäuren, Bildung von Glutamin und Prolin (Knochen, Haut, Bindegewebe).

Tab. 1: Fortsetzung

**Fleisch schadet der Gesundheit**

Tierisches Eiweiß wird derzeit als »ungesund« angesehen, da es schwefelhaltige Aminosäuren (Methionin, Cystein) enthält, die zur Übersäuerung des Körpers beitragen können. Dies wiederum wird mit dem vermehrten Auftreten der Osteoporose in den Industrienationen in Verbindung gebracht. Zur Ausscheidung der Säureäquivalente über die Nieren ist Kalzium erforderlich, das den Knochen entzogen wird (29). Purine, Cholesterin und gesättigte Fettsäuren sind weitere Inhaltsstoffe von Fleisch, die mit gesundheitlichen Risiken, wie Herz-Kreislauferkrankungen und Gicht in Verbindung gebracht werden, deren Gefährdungspotential für die Gesundheit aber in den letzten Jahren relativiert wurde, da sie nur bei übermäßigem Fleischverzehr oder bei genetisch disponierten Personen auftreten. Selbst bei Fachorganisationen werden die gesundheitlichen Risiken, die vom Verzehr von rotem Fleisch ausgehen, unterschiedlich eingeschätzt. Der World Cancer Research Fund (WCRF) sieht die Evidenz einer gesundheitlichen Risikosteigerung durch hohen Verzehr von rotem Fleisch als überzeugend an, während die World Health Organisation

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

(WHO) und auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) den Zusammenhang nur als wahrscheinlich einschätzen.

Eine gesundheitliche Gefährdung scheint nur vom »roten Fleisch« auszugehen (6), während dies bei »weißem Fleisch« nicht der Fall sein soll. Das »rote Fleisch« hat im unverarbeiteten Zustand eine rötliche Färbung (z. B. Rind, Lamm, Schwein), während weißes Fleisch, das von Geflügel stammt, eine blasse Farbe hat. Die Ursache für die Rötung des Fleisches ist der hohe Gehalt an eisenhaltigem Häm, das auch ein Bestandteil sehr vieler entzündungsfördernder Enzyme ist und im Zusammenhang mit der entzündungsfördernden und karzinogenen Wirkung von rotem Fleisch gesehen wird. In epidemiologischen Studien wurde mehrfach ein Zusammenhang zwischen dem Verzehr von rotem Fleisch und besonders Colon- und Rectumcarcinomen beschrieben. Dieser Zusammenhang fand sich noch überzeugender für bearbeitetes Fleisch, wie Schinken und Wurstwaren. Beim Pökeln oder als Rötungsmittel werden Nitrate zugegeben, die sich beim Erhitzen mit Proteinen zu karzinogenen Substanzen, zu Nitrosaminen, verbinden und so karzinogen und entzündungsfördernd wirken können. Da diese Zusammenhänge keiner ernsthaften wissenschaftlichen Prüfung standhalten, haben nationale und internationale Experten und Gesellschaften für Ernährung noch keine Warnung vor rotem Fleisch ausgesprochen (15). Beim Grillen und Räuchern, aber auch beim scharfen Anbraten von Fleisch in der Pfanne entstehenden neben Nitrosaminen auch polyzyklische aromatische Hydrocarbone (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) und heterozyklische aromatische Amine (heterocyclic aromatic amines, HAAs). Als weiterer Risikofaktor im roten Fleisch wurde ein Sialinsäurezucker (N-glycolylneuraminic acid, Neu5Gc) gefunden, der beim Menschen eine Autoimmunreaktion auslösen kann. Neu5Gc kann in die Zuckerketten von Endothel- oder Epitheloberflächen eingebaut werden. Dadurch erhalten diese eine Struktur, die das Immunsystem als »fremd« erkennt und mit der Produktion von zirkulierenden menschlichen »Xeno-Antikörpern« auf dieses Antigen reagiert (17). »Xeno« soll in diesem Zusammenhang andeuten, dass das Antigen durch einen Nährstoff gebildet wird, der keine Energie liefert und nicht am Stoffwechsel teilhat. Derzeit wird untersucht, ob die Konzentrationen dieser Antikörper mit den Krankheiten korrelieren, die mit dem Verzehr von rotem Fleisch in Verbindung gebracht werden (24).

Eindeutig gesichert ist die entzündungsfördernde Wirkung der Arachidonsäure (3), die vor allem im roten Fleisch und daraus hergestellten Fleischprodukten reichlich vorkommt, aber auch vom Menschen gebildet

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

werden kann (4). Für das Entzündungsgeschehen ist die mit der Nahrung zugeführte Arachidonsäure besonders bedeutungsvoll, da sie offenbar ohne Limit, sogar bevorzugt zu allen anderen Fettsäuren, aus der Nahrung aufgenommen wird, und zudem einen besonderen Stoffwechselweg hat, auf dem mehr als 90% der Arachidonsäure aus der Nahrung in die Zellen eingebaut wird. Alle anderen Fettsäuren werden zur Energiegewinnung zu 50% (z. B. Linol- und -Linolensäure) bis 80% (einfach ungesättigte und gesättigte Fettsäuren) verwendet. Diese spezielle mehrfach ungesättigte Fettsäure hat weitreichende funktionelle und metabolische Aufgaben. Funktionell trägt sie wesentlich zur Regulierung der Zellfluidität bei, kontrolliert mehrere Signaltransduktionswege, die für die Reaktivität der Zelle verantwortlich sind und ist bei der Zelldifferenzierung und der embryonalen Entwicklung involviert. Funktionell wirkt die Arachidonsäure über die aus ihr entstehenden mehr als 80 verschiedenen Metaboliten, die mehrheitlich entzündungsfördernd, allergieverstärkend und wachstumssteigernd wirken. Diese fördern bei überhöhtem Verzehr tierischer Produkte die Pathogenese der sogenannten Zivilisationskrankheiten, wie Allergien, Adipositas, Arteriosklerose, Apoplex, Diabetes mellitus, Hypertonie und Neoplasien (Abb. 1). Im Körper des Menschen, wie von allen Tieren, wird Arachidonsäure aus der lebensnotwendigen, essentiellen, mehrfach ungesättigten Linolsäure gebildet, zu deren Biosynthese nur Pflanzen befähigt sind. Die Bildung der Arachidonsäure aus Linolsäure kommt fast ausschließlich bei Veganern vor, Vegetarier und Omnivore erhalten die Arachidonsäure aus Fleisch, Eiern, Milch und Milchprodukten. Die mit der Nahrung aufgenommene Arachidonsäure hemmt ihre Bildung im Körper sowohl durch Substrat- wie auch durch Produktinhibition. Das bedeutet, dass sowohl die Ausgangssubstrat Linolsäure, wie auch das entstehende Produkt, die Arachidonsäure, die körpereigene Produktion unterbindet. Dadurch können Veganer niemals zu viel Arachidonsäure im Körper bekommen und sind dadurch auch vor den Zivilisationskrankheiten geschützt. Epidemiologische Studien haben gezeigt, dass Veganer seltener Herzinfarkt, Hypertonie, Diabetes mellitus Typ II, Prostata-, Brust-, Ovar und Dickdarmkrebs haben, als Carnivore.

Die Menge der in der Zellmembran von Immunzellen vorhandenen Arachidonsäure bestimmt das Ausmaß der auf einen Reiz hin erfolgenden Bildung von Arachidonsäuremetaboliten (7). Ein überhöhter Verzehr tierischer Produkte steigert den Einbau der Arachidonsäure in die Zellen. Das Ausmaß der in der Zellmembran vorhandenen Arachidonsäure bestimmt wiederum die Menge der Arachidonsäure, die auf einen Reiz freigesetzt wird. Dies steigert die Biosynthese der Arachidonsäuremetaboliten, die



## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

proliferativ wirken (Prostaglandine, Thromboxan) und die die Pathogenese von Neoplasien fördern, ebenso die von pro-inflammatorischen Gewebshormonen (Thromboxane, Leukotriene), die für alle Zivilisationskrankheiten Bedeutung haben und von immunologischen Mediatoren (Leukotriene, Hydroxyfettsäuren), die an Allergien und Autoimmunerkrankungen beteiligt sind (Abb. 2).

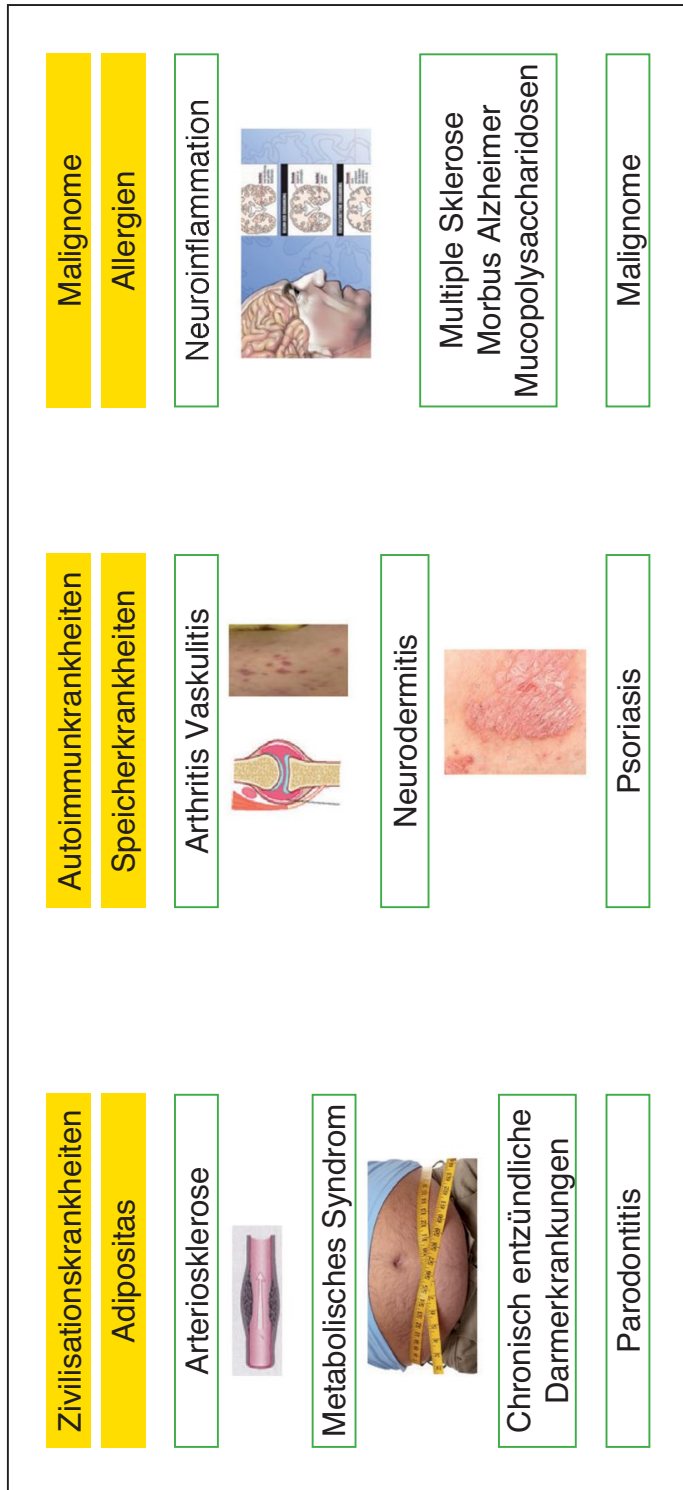
**Fleisch oder kein Fleisch – das ist die Frage**

Des Rätsels Lösung könnte eine Auswertung der EPIC-Studie ergeben. Die *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (9) ist eine prospektive, von 1992 bis 2000 laufende, multizentrische Studie. Deren Ziel war die Gewinnung einer breiten Datenbasis zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen Ernährung, Lebensweise, Stoffwechsel, Erbfaktoren, Krebs und anderen chronischen Erkrankungen, die möglicherweise ernährungsbedingte Ursachen haben. Diese Auswertung zeigte, dass ein Konsum von bis zu 80 Gramm Fleisch pro Tag ohne gesundheitliches Risiko ist. Erst bei höheren Verzehrsmengen sind die beschriebenen Gefährdungen nicht auszuschließen.

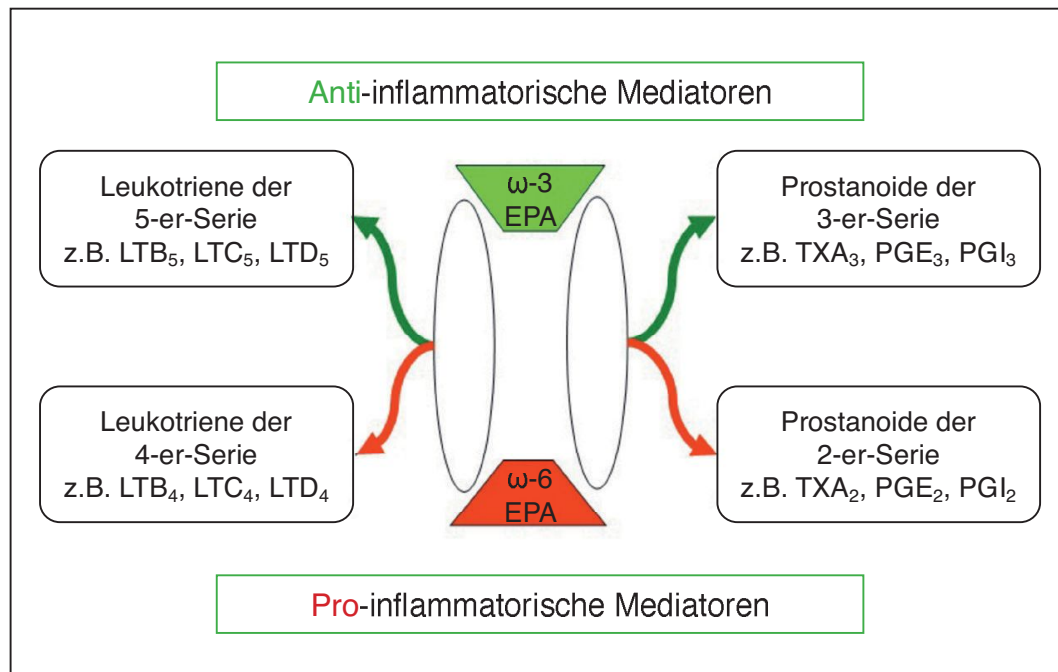
Es gilt also eine Ernährung zu finden, die das wertvolle Nahrungsmittel Fleisch nicht ausschließt, aber die Folgen des überhöhten Fleischverzehrs vermeidet. Fleisch enthält neben den erwähnten wertgebenden Bestandteilen hochwertiges Eiweiß, leicht aufnehmbares Eisen, Zink und Vitamine weiter positive Komponenten. Taurin, Creatin, Carnosin und 4-Hydroxyprolin wurden im Fleisch von Wiederkäuern entdeckt, also im sogenannten »roten Fleisch«. Diese fünf Nährstoffe haben ausgeprägte anti-oxidative und anti-inflammatorische Eigenschaften und Funktionen im ZNS, der Muskulatur, dem Herz-Kreislaufsystem und der Immunfunktion.

Taurin, Carnosin, Anserin, und Creatin finden sich nicht in Pflanzen und 4-Hydroxyprolin kommt in pflanzlicher Kost kaum vor. Der Gehalt an diesen Substanzen ist im Fleisch von Wiederkäuern so hoch, dass bereits der Konsum von 100 g Fleisch den Tagesbedarf sicher decken. Die Aminosulfonsäure Taurin kann nicht wie Aminocarbonsäuren Proteine bilden, sie entsteht im Stoffwechsel als Abbauprodukt der Aminosäure Cystein. Taurin ist als Gallebestandteil seit dem 18-ten Jahrhundert bekannt. Mit der Nahrung werden vor allem aus Fisch und Fleisch etwa 200 mg pro Tag aufgenommen, seine Wirkungen im Stoffwechsel konnten aber erst in neuerer Zeit entschlüsselt werden. Dazu gehören die Bildung von Gallensäurenkonjugaten, die Beeinflussung der Signalübertragung, eine po-

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten



**Abb. 1:** Krankheiten, die mit einer niedrigschwelligen Entzündung einhergehen sind in der Abbildung aufgelistet. Sie nehmen seit mehreren Jahrzehnten in den westlichen Industrienationen erheblich zu. Neuerdings haben diese Erkrankungen auch in den östlichen Ländern, deren Ernährung sich mehr und mehr der sogenannten »Western Diet« angleicht, eine erschreckende Zunahme. Eine der Ursachen ist bestimmt die fleischreiche Kost, die für die Western Diet charakteristisch ist. Alle Statistiken zeigen, dass mit ansteigendem Wohlstand auch der Fleischkonsum steigt. So hat sich, laut den Angaben der Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (FAO) der weltweite Fleischkonsum seit den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts nahezu verfünffacht. Auch in den westlichen Industrienationen steigt der Fleischkonsum pro Kopf weiter, von jetzt knapp 85 kg/Jahr auf 88 kg/Jahr bis zum Jahr 2030, so die Prognose der FAO.



**Abb. 2:** Die für den Menschen essentielle Ausgangssubstanz der Omega-3 Fettsäuren ist die  $\alpha$ -Linolensäure, die nur von Pflanzen gebildet werden kann. Für die Omega-6 Fettsäuren ist es die Linolsäure. Aus diesen, für den Menschen essentiellen Fettsäuren entstehen länger-kettige und höher ungesättigte Fettsäuren. Die Omega-3 Reihe wird besonders in Fischen gebildet, während die Folgeprodukte der Linolsäure besonders im Menschen und Landtieren reichlich vorkommen. Für den Menschen sind die Fischöle interessant, da sie der bei überhöhter Zufuhr entzündungsfördernden Arachidonsäure entgegenwirken. Das tun sie vor allem durch die Verdrängung der Arachidonsäure aus der Zellmembran und durch Hemmung der Bildung von Metaboliten der Arachidonsäure. Die wichtigste Fischölfettsäure, die Eicosapentaensäure ( $\omega$ -3 EPA), teilt sich den identischen Stoffwechselweg mit der Arachidonsäure ( $\omega$ -6 AA) in der Abbildung. Dabei konkurrieren beide Fettsäuren um das gleiche Enzymsystem und um die Bildung der Folgeprodukte, wie Leukotriene und Prostaglandine. Die aus Arachidonsäure entstehenden wirken pro-inflammatorisch, die aus EPA haben eine anti-inflammatorische Wirkung. Allerdings ist die Umsetzung der Arachidonsäure wesentlich effektiver als die der EPA. Das hat zur Folge, dass die günstigen Wirkungen der EPA nur zum Tragen kommen, wenn die Nahrung nicht zu viel Arachidonsäure enthält. Das wurde bei vielen Studien nicht beachtet und hat deren negatives Ergebnis mit verursacht.

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

tentielle Rolle bei der Entwicklung des Zentralnervensystems und für die Herzfunktion. Taurin reguliert den Einstrom und die Membranbindung von Kalzium, beeinflusst somit die mitochondriale Kalziumhomöostase. Es wirkt dabei im Nervensystem als Neuromodulator (30). Als Osmoregulator steuert es die Bewegung von Natrium und Kalium durch die Zellmembran, insbesondere in den Muskelzellen (14). Taurin ist ein starkes Antioxidans und kann den Entzündungen, die bei Zivilisationskrankheiten als ursächlich angesehen werden, entgegenwirken. Ob die biochemische zu erklärende Steigerung der Muskelkraft in vivo tatsächlich erfolgt, ist zweifelhaft, wie auch der sinnvolle Einsatz von Taurin in energy drinks, der die Energieversorgung der Muskulatur verbessern und dadurch die Performance bei sportlicher Betätigung steigern soll. Sehr interessant, aber ebenfalls noch zu wenig erforscht ist der therapeutische Einsatz von Taurin für die Sarcopenie (Muskelschwund) bei Senioren, die ein großes therapeutisches Problem darstellt (25). Auch für die Prävention und die Therapie der Adipositas könnte Taurin eine Bedeutung erlangen. Untersuchungen an Mäusen konnten eine Umwandlung von weißem Fettgewebe in braunes Fettgewebe durch die Gabe von Taurin zeigen (11). Da braunes Fettgewebe die Wärmeproduktion des Körpers steigert, könnte so das überschüssige Fett einfach verbannt werden – hofft man.

Dem Aminosäuremetaboliten Kreatin und den Dipeptiden Carnosin und Anserin im Fleisch wird eine hemmende Wirkung auf den oxidativen Stress und auf Entzündungen zugeschrieben (5). Der Wirkmechanismus für die antioxidativen Effekte von Kreatin ist noch nicht aufgeklärt, jedoch konnte durch die Supplementierung mit Kreatin eine Aktivitätssteigerung der antioxidativen Enzyme und der vermehrte Abbau von Sauerstoffradikalen (ROS) und reaktiver Stickstoffverbindungen (RNS) nachgewiesen werden. Die beiden weiteren Inhaltsstoffe von Fleisch, Anserin und Carnosin, vermindern die Entzündung durch Reduktion der proinflammatorischen Zytokine (30). Carnosin wird aus -Alanin und L-Histidin im menschlichen Stoffwechsel gebildet. In die Nahrungskette kommt es vor allem mit dem Verzehr von Muskelfleisch (16). Seine antioxidativen Eigenschaften betreffen die Reduktion von ROS und Lipidperoxiden. Therapeutisch wird es bei der diabetischen Neuropathie eingesetzt und es soll auch das Altern verzögern. Zwar ist die Wirkungen von Carnosin wissenschaftlich nicht überzeugend belegt, dennoch wird es von Athleten in großem Umfang zur Steigerung der Muskelkraft verwendet. Anserin zeigt im Tierversuch einer Wirkung auf die Bildung der unterchlorigen Säure, die bei der Keimabwehr gebildet wird und zum angeborenen Immunsystem gehört (17). Dabei entstehen Sauerstoffradikale in sehr großer Menge. Dieser »oxidative

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

burst« wird beim Angriff auf die eindringenden Keime zur unabdingbaren Voraussetzung für deren Elimination. Dabei wird unterchlorige Säure gebildet, die zur Tötung der Keime beiträgt, indem sie die Zellwand zerstört. Zusätzlich konnte man positive Effekte bei der Eliminierung von Erregern, wie bspws. pathogenen Staphylokokken oder Viren (u. a. Influenza-Viren) durch den Umsatz von Taurin in N-Chlorotaurin in Granulozyten und Monozyten sowie die Reduktion von proinflammatorischen Zytokinen durch Anserin zeigen.

So hat eine mäßige Zufuhr an Fleisch nicht nur den Vorteil hochwertiges Protein zu liefern, sondern ist auch positiv für das Immunsystem. Wissenschaftliche Studien haben gezeigt, dass Anserin möglicherweise den Verlauf des Morbus Alzheimer günstig beeinflussen kann. Die bei dieser Erkrankung auftretende Neuroinflammation löst die Freisetzung von Sauerstoffradikalen aus Neutrophilen und Granulozyten aus und damit die Bildung der unterchlorigen Säure. In einer Studie erhielten jeweils 15 Alzheimer-Patienten 500 mg Anserin oder Placebo täglich für 12 Wochen. Anserin konnte die durch Myeloperoxidase ausgelöste Neuroinflammation unterdrücken und die kognitiven Fähigkeiten erhalten (19). Zusammenfassend ist es mit dem Fleisch wie mit allen Nährstoffen: nur die Dosis macht das Gift. Ein verminderter Fleischverzehr wäre der Gesundheit der Menschen und auch dem Tierwohl zuträglich. Die berechtigten Proteste der Tierschützer gegen den unwürdigen Umgang mit Lebewesen sind somit nicht nur für die Tiere, sondern auch für den Menschen ein Segen.

### Ernährungsempfehlungen

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung hat konkrete Regeln für eine gesunde Ernährung formuliert, die man in kostenlosen Schriften der DGE oder im Internet bekommen kann (8). Für den Fleischkonsum gibt es keine quantitativen Empfehlungen. Als Richtschnur gilt, **nicht mehr als zwei Fleischmahlzeiten pro Woche**. Etwas konkreter sind die Empfehlungen anderer Fachorganisationen, die die Fleischzufuhr auf **80 Gramm pro Tag** begrenzen. Die in der Literatur immer wieder gebrauchte Unterscheidung zwischen rotem und weißem Fleisch ist durch keine wissenschaftliche Untersuchung begründet und bietet ebenfalls keine quantitativen Angaben. Die weiteren geschilderten Gefährdungen durch Fleisch, wie die Bildung von Nitrosaminen, PAHs, HAAs oder Neu5Gc kommen vor allem bei unsachgemäßen Garungsmethoden oder überhöhtem Fleischverzehr in Betracht. Zudem gilt es zu beachten, dass alle Mediatoren der Arachidonsäure wichtige physiologische Funktionen haben, die

September 2021

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

der Zell-zu-Zell-Interaktion, der Lungen- Nieren- und Gefäßfunktion und dem Magenschutz dienen, um nur einige Beispiele zu nennen. Ein mäßiger Verzehr tierischer Produkte, wie die DGE ihn empfiehlt, ist auch aus diesem Grund zu befürworten.

Das bestehende Problem ist, dass es keine offiziellen Empfehlungen von Ernährungsgesellschaften für den Verzehr der Arachidonsäure gibt (1). Die D-A-CH-Referenzwerte bieten detaillierte quantitative Angaben zur empfohlenen Zufuhr der Linolsäure, der  $\gamma$ -Linolensäure, der Eicosapentaensäure und der Docosahexaensäure. Das sind alles mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die aber im Stoffwechsel kaum eigene Wirkungen haben. Während die Docosahexaensäure in der kindlichen Entwicklung des Gehirns strukturelle Aufgaben erfüllt, wirken die anderen Fischölfettsäuren vor allem als Inhibitoren der Arachidonsäurewirkungen.

Es wäre also an der Zeit, für den Gesunden auch Zufuhrempfehlungen für die Arachidonsäure auszusprechen. Für Patienten mit entzündlich-rheumatischen Erkrankungen haben wir Zufuhrempfehlungen für die Arachidonsäure erarbeitet ([www.ernaehrungsrechner.de](http://www.ernaehrungsrechner.de)). Diese liegen bei 560 mg Arachidonsäure pro Woche. Bei diesen Patienten konnten wir auch feststellen, dass eine Zufuhr der Arachidonsäure in dieser Menge den Spiegel der Arachidonsäure nicht ansteigen lässt und somit bedarfsadaptiert ist (2).

Ein völliger Ausschluss der Arachidonsäure aus der Kost, zum Beispiel durch einen vegetarischen Fleischersatz wird derzeit in der Laienpresse, im Internet und von Firmen angepriesen, die diese Produkte herstellen. Gibt man »veganer Fleischersatz« bei Google ein, so erhält man in 0,72 Sekunden ungefähr 124.000 Ergebnisse, mit Angeboten für veganes Fleisch, Schinken, Eiern, Käse, Milch, vegane Pizza, Brotaufstriche und viele anderen Produkte. Veganer Fleischersatz soll aussehen und schmecken wie das Original und ein ähnliches Geschmackserlebnis bieten (22). Um dem gerecht zu werden, enthalten die Produkte oft viel Zucker, Fett und vor allem Salz – und auch bedenkliche Zusatzstoffe, wie zum Beispiel Methylcellulose. Dieses pflanzliche Verdickungsmittel ist bei gelegentlichem Konsum unbedenklich, doch in Tierversuchen gab es Hinweise, dass Methylcellulose Entzündungen des Darms begünstigt. Diese pflanzlichen Fleischersatzstoffe bieten nur pflanzliche Proteine. Wie eingangs erwähnt, ist eine Kombination von tierischen und pflanzlichen Eiweißen zur Gesundheit der unterschiedlichen Körpergewebe am besten geeignet (Tab. 2). Eine vegane Ernährung wird dem nicht gerecht und entsprechend muss die Eiweißzufuhr gesteigert werden, was meist nicht gelingt.

Ein Vorteil für die Gesundheit lässt sich durch die vegane Ernährung bisher nicht erkennen.

Proteinquelle	Biologische Wertigkeit
Hühnerei	100
35% Hühnerei und 65% Kartoffel	137
75% Milch und 25% Weizenmehl	123
68% Hühnerei und 32% Weizenmehl	118
77% Rind, Geflügel und 23% Kartoffeln	114
Rindfleisch	92
Edamer Käse	85
Sojaprodukte	81
Roggenmehl (82 % Ausmahlung)	76–83
Bohnen	72
Mais	72
Hafer	60

**Tab. 2:** Die biologische Wertigkeit beschreibt die Effizienz mit der ein Nahrungseiweiß in Körperprotein umgesetzt werden kann. Je höher die biologische Wertigkeit ist, desto wertvoller ist die Proteinquelle für den Körper und desto weniger benötigt er von diesem Eiweiß für die Gesunderhaltung. Pflanzliche Proteinquellen haben eine geringere biologische Wertigkeit als tierisches Eiweiß. Die Kombination von pflanzlichem und tierischen Eiweiß erhöht die biologische Wertigkeit (aus Handbuch der Ernährungsmedizin in der Praxis: 2/3.4.10 Zufuhrempfehlungen für Protein)

Das Vermeiden von Produkten tierischer Herkunft ist aus den dargelegten Gründen nicht gesund und eine vegane Ernährung ist weder Gesunden noch Personen mit entzündlichen Erkrankungen anzuraten. Will man sich

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

vegan ernähren, so bedarf das eines erheblichen Ernährungswissens. Der kritischste Nährstoff ist Vitamin B12. Zu den potenziell kritischen Nährstoffen bei veganer Ernährung gehören außerdem Eiweiß bzw. essentielle Aminosäuren und langkettige n3-Fettsäuren sowie weitere Vitamine (Riboflavin, Vitamin D) und Mineralstoffe (Kalzium, Eisen, Jod, Zink, Selen), damit Mangelzustände sicher vermieden werden (21). Werden jedoch Eier, Milch und Milchprodukte verzehrt, wie das Vegetarier tun, so ist die Ernährung in aller Regel vollwertig.

**Literatur**

- (1) ADAM, O., TESCHE, A., WOLFRAM, G.: Impact of Linoleic Acid Intake on Arachidonic Acid Formation and Eicosanoid Biosynthesis in Humans. *Prostaglandins, Leukotrienes & Essential Fatty Acids*. 79:3 (2008) 177–181.
- (2) ADAM, O.: Diät und Rat bei Rheuma und Osteoporose. Aktualisierte Neuausgabe, Walter Hädecke Verlag, Weil der Stadt, ISBN 978-3-7750-0577-7, 2010
- (3) ADAM, O.: Ernährungsmedizinische Aspekte in der Rheumatologie. *Aktuelle Ernährungsmedizin*. 42 (2017) 123–138.
- (4) ARAZI, H., EGHBALI, E., SUZUKI, K.: Creatine Supplementation, Physical Exercise and Oxidative Stress Markers: A Review of the Mechanisms and Effectiveness. *Nutrients*.13:3 (2021) 869. Published 2021 Mar 6. doi:10.3390/nu13030869
- (5) CHAI, W., MORIMOTO, Y., COONEY, R.V. et al.: Dietary Red and Processed Meat Intake and Markers of Adiposity and Inflammation: The Multiethnic Cohort Study. *J Am Coll Nutr*. 36:5 (2017) 378–385.
- (6) CHHONKER, Y.S., BALA, V., MURRY, D.J.: Quantification of eicosanoids and their metabolites in biological matrices: a review. *Bioanalysis*.10:24 (2018) 2027–2046.
- (7) DGE: Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/10-regeln-der-dge/>
- (8) EPIC-Studie [https://de.wikipedia.org/wiki/European\\_Pro prospective\\_Investigation\\_into\\_Cancer\\_and\\_Nutrition](https://de.wikipedia.org/wiki/European_Pro prospective_Investigation_into_Cancer_and_Nutrition)



## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

- (9) FISHER, H.: Karl Thomas – A Biographical Sketch (1883-1969), in: *The Journal of Nutrition* 101, 1109–1116.
- (10) GUO, Y.Y., LI, B.Y., PENG, W.Q. et al.: Taurine-mediated browning of white adipose tissue is involved in its anti-obesity effect in mice. *J Biol Chem.* 294:41 (2019) 15014–15024.
- (11) HAHN, A., STRÖHLE, A., WOLTERS, M.: Ernährung - Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie. 46–65. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2006.
- (12) HARVARD, T.H., Chang School of Public Health: Protein. 18. September 2012, abgerufen am 28. Februar 2021.
- (13) JAKARIA, M., AZAM, S., HAQUE, M.E. et al.: Taurine and its analogs in neurological disorders: Focus on therapeutic potential and molecular mechanisms. *Redox Biol.* 24 (2019) 101223.
- (14) JOHNSTON, B.C., ZERAATKAR, D., HAN, M.A. et al.: Unprocessed Red Meat and Processed Meat Consumption: Dietary Guideline Recommendations From the Nutritional Recommendations (NutriRECS) Consortium. *Ann Intern Med.* 171:10 (2019 Nov 19) 756–764. doi: 10.7326/M19-1621.
- (15) JUKIĆ, I., KOLOBARIĆ, N., STUPIN, A. et al.: Carnosine, Small but Mighty-Prospect of Use as Functional Ingredient for Functional Food Formulation. *Antioxidants (Basel).* 10:7 (2021) 1037.
- (16) LIGTHART, S., MARZI, C., ASLIBEKYAN, S. et al.: DNA methylation signatures of chronic low-grade inflammation are associated with complex diseases. *Genome Biol.* 17:1 (2016) 255–270.
- (17) MASUOKA, N., LEI, C., LI, H. et al.: Anserine, HClO-scavenger, protected against cognitive decline in individuals with mild cognitive impairment. *Aging (Albany NY).* 13:2 (2021) 1729–1741.
- (18) MASUOKA, N., YOSHIMINE, C., HORI, M. et al.: Effects of Anserine/Carnosine Supplementation on Mild Cognitive Impairment with APOE4. *Nutrients.* 11:7 (2019) 1626.
- (19) MINGYANG, S., FUNG, T.T., HU, F.B. et al.: Association of Animal and Plant Protein Intake with All-Cause and Cause-Specific Mortality. In: *JAMA Internal Medicine.* Band 176, Nr. 10 (2016) ISSN 2168-6106, S. 1453, doi:10.1001/jamainternmed.2016.4182 (jamanetwork.com, abgerufen am 28. Februar 2021).

## Kapitel 14: Entzündung – Folge von Wohlstand und chron. Krankheiten

- (20) NUHN, P.: *Naturstoffchemie*. S. Hirzel Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1990, ISBN 3-7776-0473-9, S. 70.
- (21) RICHTER, M., BOEING, H., GRÜNEWALD-FUNK et al. For the German Nutrition society (DGE) Vegan diet. Position of the German Nutrition Society. *ErnährungsUmschau* 63:4, 92–102. Erratum in 63:5, M262.
- (22) RUBIO, N.R., XIANG, N., KAPLAN, D.L.: Plant-based and cell-based approaches to meat production. *Nat Commun.* 11:1 (2020 Dec 8) 6276. doi: 10.1038/s41467-020-20061-y. PMID: 33293564; PMCID: PMC7722853.
- (23) SAMRAJ, A.N., BERTRAND, K.A., LUBEN, R. et al.: Polyclonal human antibodies against glycans bearing red meat-derived non-human sialic acid N-glycolylneuraminic acid are stable, reproducible, complex and vary between individuals: Total antibody levels are associated with colorectal cancer risk. *PLOS ONE* 13:6 (2018) e0197464. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197464>
- (24) SCICCHITANO, B.M., SICA, G.: The Beneficial Effects of Taurine to Counteract Sarcopenia. *Curr Protein Pept Sci.* 19:7 (2018) 673–680.
- (25) Statista, Institut für Demoskopie Allensbach: <https://de.statista.com/themen/2636/fleischverzicht/>
- (26) SUN, Y., LIU, B., SNETSELAAR, L.G. et al.: Association of Major Dietary Protein Sources With All-Cause and Cause-Specific Mortality: Prospective Cohort Study. In: *Journal of the American Heart Association*. Band 0, Nr. 0, S. e015553, doi:10.1161/JAHA.119.015553
- (27) WIELAND, T.: *History of Peptide Chemistry*, in: Bernd Gutte (Hrsg.), *Peptides*, Academic Press 1995, 2.
- (28) VORLAND, C.J., STREMKE, E.R., MOORTHI, R.N., Hill Gallant, K.M.: Effects of Excessive Dietary Phosphorus Intake on Bone Health. *Curr Osteoporos Rep.* 15:5 (2017) 473–482.
- (29) WU, G.: Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine und 4-hydroxyprolin in human nutrition and health. *Amino acids.* 52:3 (2020) 329–360