

STUDIENBASIERTE ABHANDLUNG ZU DAMINOC® (2020)

PRÄAMBEL

Obwohl jeder Organismus über ein eigenes Nährstoffprofil verfügt und unterschiedliche Nährstoffmengen benötigt, benötigen wir alle die gleichen Mikro- und Makronährstoffe: Proteine, Fette, Kohlenhydrate und Vitalstoffe (Vitamine, Mineralien, Spurenelemente, sekundäre Pflanzenstoffe) (Johansson, 2012). Eine hohe Bedeutung kommt hierbei dem Eiweiß (Protein) zu, da es neben Wasser den größten Baustein des Körpers von Mensch und Tier ausmacht. 60 % des gesamten Körperproteins entfallen hierbei auf die Skelettmuskulatur (Ballard und Thomas, 1983). Beim Proteinstoffwechsel in der Skelettmuskulatur, der mehr als 25% des Proteinumsatzes des gesamten Körpers ausmacht, (Young und Torun, 1981), handelt es sich um einen, seit langem wichtigen Forschungszweig.

Im veränderten Teilungsverhältnis von Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten wird eine Ursache für die neuzeitliche Fehlernährung gesehen. Wenn das gegenwärtige Verteilungsverhältnis mit früheren verglichen wird, ist eine deutliche Verschiebung der Nährstoffanteile festzustellen (Neumann und Hottenrott, 2008). Die vorliegenden Daten zur Ernährung unserer Vorfahren im Paleolithicum (Steinzeit) besagen, dass der Steinzeitmensch zur Sicherung seines Energiebedarfs weniger und ballaststoffreiche Kohlenhydrate (Wildpflanzen) aufnahm. Im Vergleich zur Ernährung der Gegenwart nahm er doppelt soviel Proteine (Wildtiere, Fische) und nur halb soviel Kohlenhydrate mit niedrigem glykämischen Index auf (Cordian, 2003). Dabei hat sich das genetische

Potenzial des Menschen für die Aufnahme tierischer und pflanzlicher Produkte nicht verändert.

Heute verringern die zu frühe Ernte und lange Transport- und Lagerzeiten unserer Lebensmittel zunehmend deren Wert als lebendige Nahrung. Erhitzen und kochen oder gar Mikrowellenbestrahlung sorgen darüber hinaus für eine weitere Zerstörung wertvoller Nährstoffe. Auch die wasserhaltigen Fleischberge aus industrieller Massentierherzeugung liefern nicht mehr den in der artgerechten, biologischen Kleintierhaltung zu verzeichnenden Proteinnährwert. Tiere werden heute schnell und bewegungsarm krank gemästet.

Wir müssen uns allmählich auch die Frage stellen, welche Auswirkungen eine solche Nahrung auf unser Bewusstsein hat. Meist wird bevorzugt, was dank künstlicher Aromen schmeckt und billig ist. Der, durch den Verbraucherwillen ausgelöste Preisdruck induziert bei den Herstellern die Produktion minderwertiger Nahrungsmittel und gipfelt schließlich in immer häufiger zu verzeichnenden Gammelfleisch-Skandalen.

Industriell hergestellte Kost, reich an Hilfsstoffen und E-Nummern ist in der Regel reich an versteckten Zuckern und Fetten, aber arm an hochwertigen tierischen Proteinen und Vitalstoffen. Unser modernes, industrielles Nahrungsmanagement erscheint zwar praktisch, liefert aber trotz anders lautender Werbeaussagen weitgehend nährstoffleere Nahrung. Wir essen immer mehr von immer weniger, bis wir schließlich ein Zuviel an nichts essen (Johansson, 2012).

Beobachtet man die ständig wechselnden Diättempfehlungen zur Körpergewichtsabnahme, so ist festzustellen, dass gegenwärtig der erhöhten Proteinaufnahme bei Diätvorschlägen verstärkte Aufmerksamkeit zukommt. Proteine bewirken eine längere Sättigung, steigern die Thermogenese und sind ein Substrat für die Zuckerneubildung (Gluconeogenese) in der Leber.

Im Leistungstraining ist eine zusätzliche Aufnahme spezieller Aminosäuren mit geeigneter Galenik sinnvoll. Die Qualität der Proteinaufnahme wird von der spezifischen Zusammensetzung essenzieller Aminosäuren bestimmt (Neumann und Hottenrott, 2008).

Proteine lösen chemische Reaktionen aus, die am Ursprung des Lebens stehen. Sie stellen lebenswichtige Enzyme her, bilden Hormone inkl. der Geschlechtshormone und Neurotransmitter. Sie bilden einen wesentlichen Bestandteil des Immunsystems, indem sie schädliche Eindringlinge lokalisieren und eliminieren.

Sie binden als Hämoglobin den Sauerstoff in den roten Blutkörperchen und regeln den Sauerstofftransport. Auch die Muskelbildung hängt von Proteinen ab. Proteine sind mit allen Lebensformen assoziiert, eine Beobachtung, die auf die ursprüngliche Identifizierung von Protein als Klasse durch Mulder im Jahr 1838 zurückgeht.

Die Proteine der lebenden Materie wirken als organische Katalysatoren (Enzyme), als strukturelle Merkmale der Zelle, als Botenstoffe (Peptidhormone) und als Antikörper.

PROTEINSYNTHESE

Die Bedeutung von Protein in der Nahrung besteht hauptsächlich darin, als Quelle für Aminosäuren zu fungieren, von denen einige essenzielle (unverzichtbare) Nahrungsbestandteile sind, da ihre Kohlenstoffgerüste nicht im Körper von Mensch und Tier synthetisiert werden. Im Körper können nur die nicht essenziellen Aminosäuren synthetisiert werden. Häufig entspricht der Ablauf der Synthese dem umgekehrten Abbau. Die Syntheseschritte der essenziellen Aminosäuren sind zu komplex, und die dafür benötigten Enzyme wahrscheinlich im Laufe der Evolution verloren gegangen (Amboss Medizinwissen).

Man unterscheidet je nach der Quelle der Proteine zwischen tierischem Eiweiß und pflanzlichem Eiweiß. Beide Arten sind aus Aminosäuren aufgebaut. Der Stoffwechsel ist für die Umwandlung von Energie im Körper von einer Form in eine andere verantwortlich. Ohne Aminosäuren würden keine Stoffwechselreaktionen stattfinden. Wenn ein Protein verdaut bzw. während der Verdauung enzymatisch hydrolysiert wird, setzt das Protein seine Aminosäurenbestandteile frei, die nach ihrer Absorption im Dünndarm einem der beiden folgenden Stoffwechselwege folgen können:

a) dem katabolen Weg, auf dem ihre Aminosäuren desaminiert werden, was bedeutet, dass ihre Aminogruppen (NH_2) von ihren Carboxylgruppen (COOH) getrennt werden, die Energie liefern und Energie und Nitrogenkataboliten erzeugen (sekundäre Funktion von Aminosäuren)

b) dem anabolen Weg, auf dem die Aminosäuren als Vorläufer der Körperproteinsynthese (primäre Funktion von Aminosäuren) fungieren ohne Energie- oder Stickstoffkataboliten bereitzustellen.

Der Katabolismus (Abbaustoffwechsel) setzt potenzielle chemische Energie komplexer organischer Moleküle zur Arbeitsleistung und zur Wärmeerzeugung durch Oxidation frei. Er baut Kohlenhydrate in Einfachzucker, Fette in Fettsäuren ab und Eiweiße, indem er sie in Aminosäuren zerlegt, sodass sie verwertet werden können. Darüber hinaus baut er verbrauchtes und toxisches Material in den Zellen ab, wobei ein gewisser Anteil für den Wiederaufbau verwendet werden kann und der Rest ausgeschieden wird.

Der Anabolismus (Aufbaustoffwechsel) dagegen synthetisiert vor allem organische Moleküle.

Ein Teil der Aminosäuren geht somit im Weiteren den anabolen Stoffwechselweg, auf dem sie je nach Bedarf wieder zu neuen Eiweißen zusammengesetzt und für den Aufbau verwendet werden. Der anabole Stoffwechselweg ist somit für alles zuständig, was im Körper aufgebaut werden muss.

Idealerweise befinden sich Auf- und Abbau im Gleichgewicht. Auch im körperlichen Ruhezustand läuft der Stoffwechsel beispielsweise zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur oder für die Funktionen der einzelnen Zellen ständig weiter (Klinke, 2003).

Leber und andere Gewebe des Körpers sind in der Lage, resorbierte Aminosäuren und Di- bzw. Tri-Peptide zu „neuen“ Proteinen zusammen zu bauen. Aus der Nahrung stammende Aminosäuren werden von der Leber über das Serumalbumin oder als freie Aminosäuren zu anderen Geweben befördert. Der Verbleib der Aminosäuren nach der Resorption kann in drei Formen kategorisiert werden. Aminosäuren werden etwa besonders in den Muskeln und der Leber zur (1) Synthese von Gewebeproteinen verwendet, (2) zur Synthese von Enzymen, Albuminen, Hormonen und anderen stickstoffhaltigen Substanzen genutzt oder werden (3) unter Verwendung des verbleibenden Kohlenstoffgerüsts als Energielieferanten verwendet.

Hohe Proteinsyntheseraten bestehen vor allem bei der Produktion von roten und weißen Blutkörperchen in den Epithelzellen der Haut und den Zellen entlang des Magen-Darm-Traktes wie beispielsweise in der Darmschleimhaut bei der Herstellung exokriner Sekretionsprodukte (Verdauungsenzyme, Schleim) (Hand et al., 2003). Im Allgemeinen haben Aminosäuren im Pool des Skelettmuskelgewebes drei Möglichkeiten, in diesen Pool einzutreten: (a) Abbau von Muskelproteinen, (b) Umwandlung von anderen Aminosäuren und Zwischenprodukten und (c) Aufnahme aus der extrazellulären Flüssigkeit, wobei (b) für nicht essenzielle Aminosäuren gilt.

Gleichzeitig haben Aminosäuren innerhalb des Pools drei Möglichkeiten, diesen Pool zu verlassen: (a) Freisetzung in die extrazelluläre Flüssigkeit; (b) Wiederaufbau zu Protein und (c) Stoffwechsel im Muskel (Henriksson 1991).

Im Wesentlichen bestehen Proteine aus aneinandergereihten Aminosäuren. Jede dieser Aminosäuren enthält mindestens ein Stickstoff-Atom. Werden Proteine nun beispielsweise aus der Muskulatur abgebaut, entstehen einzelne Aminosäuren. Bei ihrer Verstoffwechslung fällt Stickstoff an, welcher über die Niere ausgeschieden werden muss. Zunächst wird er dazu in der Leber zu Harnstoff umgewandelt. Unter der Stickstoffbilanz versteht man nun die Differenz zwischen der aufgenommenen und ausgeschiedenen Stickstoffmenge.

Werden in der Bilanz, insbesondere in der Muskulatur, mehr Eiweiße vom Körper abgebaut als aufgebaut, was zum Beispiel in Hungerzeiten der Fall ist (kataboler Stoffwechsel), so ist die Stickstoffbilanz negativ. Der Körper verliert so Stickstoffverbindungen durch den Protein- bzw. Aminosäurenabbau.

Nimmt ein Mensch hingegen beispielsweise 10 Gramm Stickstoff auf, gibt aber nur 5 Gramm ab, so besteht eine positive Stickstoffbilanz. Dies kann beispielsweise im Wachstum oder in

Regenerationszeiten von Kraftsportlern der Fall sein. Es wird mehr Stickstoff aufgenommen, als abgegeben, und damit mehr Protein auf- als abgebaut (Hager et al., 1995).

Damit lässt sich ebenfalls erkennen, ob der Körper eine Stoffwechselkrise (z. B. durch langes Fasten oder Krankheiten) durchmacht. Endet solch eine Phase, normalisiert der Körper sich wieder und schwenkt unter den richtigen Voraussetzungen (Überstehen einer Krankheit, Zurückkehren zu ausgewogener Ernährung) wieder in den aufbauenden (anabolen) Stoffwechsel zurück, in dem wieder Eiweiße aufgebaut werden.

Der Eiweiß-Katabolismus ist von besonderer Bedeutung für den Menschen. Er kann aus Speicherfett keine Glucose aufbauen (andersherum sehr wohl), aber er braucht für den hochenergetischen Fettabbau immer auch Glucose, sonst verschlechtert sich die Energiebilanz. Außerdem sind das Gehirn und die roten Blutkörperchen auf Glucose angewiesen.

Bei einer Unterzuckerung kann es sogar zu einer Übersäuerung des Blutes kommen. Leberzellen sind aber in der Lage, Glucogenese zu betreiben, also Glucose herzustellen. Dabei werden insbesondere die Proteinbestandteile, die Aminosäuren, in Glucose umgewandelt.

Im Detail spalten die Leberzellen bei den einfachen Aminosäuren die Amino(Stickstoff)-Enden ab. Aus dem verbleibenden Kohlenstoffgerüst entstehen dann Intermediate des Citratzyklus sowie "Zuläufer" der Gluconeogenese und Fettsäuresynthese. Dabei fällt der oben erwähnte Stickstoff in Form von Ammoniak an, der in Harnstoff verpackt und über die Niere ausgeschieden wird (Müller-Esterl, 2018).

AMINOSÄUREN

Von allen Aminosäuren in unserem Erbgut sind zwanzig in der Lage, Proteine zu bilden und werden deshalb als „proteinogen“ bezeichnet. Sie sind als Proteinbausteine und im Stoffwechsel der Zelle unabkömmlich, da sie eine zentrale Rolle für zahlreiche Lebensfunktionen, den Aufbau und die Regeneration des Körpers spielen. Eine ausgewogene und ausreichende Zufuhr dieser Aminosäuren ist für die Gesunderhaltung zwingend. Jede einzelne der proteinogenen Aminosäuren besitzt eine charakteristische Seitenkette, die in Größe, Struktur, und Ladung variiert und folglich für die individuellen chemischen Eigenschaften verantwortlich ist.

Acht der zwanzig proteinogenen Aminosäuren galten **bislang** für den Menschen als essenziell: Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin, die Aminosäuren Arginin und Histidin als semiessenziell, also bedingt essenziell, weil sie nur unter bestimmten Umständen essenziell sind (Biesalski, 2004).

Neue Forschungsergebnisse stellen jedoch in Frage, ob die klassische Einteilung in essenzielle und nicht essenzielle Aminosäuren in der klinischen Ernährungstherapie noch Gültigkeit besitzt, da die, für die Synthese der essenziellen Aminosäuren benötigten Enzyme evolutionsbedingt nicht mehr ausreichend verfügbar sind.

Wie die nachfolgenden Ausführungen belegen, müssen tatsächlich einige der nicht essenziellen Aminosäuren bei bestimmten Krankheitsbildern als unentbehrlich oder bedingt unentbehrlich eingestuft und somit exogen verabreicht werden. Histidin wurde bei Erwachsenen ursprünglich als nicht essenzielle Aminosäure angesehen, da es bei mangelhafter Zufuhr aus den, im ausreichenden Maße zur Verfügung stehenden endogenen Speichern (Hämoglobin und Carnosin) freigesetzt werden kann. Neuere

Studien an Gesunden zeigen aber, dass der menschliche Organismus Histidin nicht in ausreichendem Maße selbst synthetisieren kann, wodurch eine längerfristige Histidinfreie Ernährung zu Mangelercheinungen führt. Eine länger anhaltende, defizitäre Ernährung führt zum Abfall der Histidinkonzentration im Plasma. Somit ist Histidin lebensnotwendig (essenziell) und muss in ausreichenden Mengen über die Nahrung zugeführt werden. Nach Histidingabe steigt der Wert im Plasma wieder auf den Normalwert an. Histidinmangel hat eine Einschränkung der Hämoglobinsynthese zur Folge und fördert eine katabole Stoffwechsellage. Unbestritten ist heute auch, dass Histidin sowohl in der Pädiatrie als auch bei chronischem Nierenversagen als unentbehrlich zu gelten hat (Biesalski, Hans-Konrad et al., 2004). Für Säuglinge ist Histidin in jedem Fall essenziell.

So ist auch die eigentlich nicht essenzielle Aminosäure Arginin bei Säuglingen und Kleinkindern essenziell, doch auch bei Erwachsenen kann durch Stress und Krankheiten (Bluthochdruck, Gefäßerkrankungen) der Bedarf höher sein als die, vom Körper produzierte Menge (Niels Schulz-Ruhtenberg, 2012).

Grundlegende Erkenntnisse führten zu dem neuen Konzept der funktionellen Aminosäuren, die als diejenigen Aminosäuren definiert sind, die an wichtigen Stoffwechselwegen beteiligt sind und diese regulieren, um Gesundheit, Überleben, Wachstum, Entwicklung, Laktation und Reproduktion der Organismen zu verbessern. Funktionelle Aminosäuren sind vielversprechend bei der Prävention und Behandlung von Stoffwechselerkrankungen (z. B. Fettleibigkeit, Diabetes und Herz-Kreislauf-Störungen), intrauteriner Wachstumsbeschränkung, Unfruchtbarkeit, intestinaler und neurologischer Dysfunktion und Infektionskrankheiten (einschließlich Virusinfektionen).

Traditionell erfolgte die Einstufung von Aminosäuren als ernährungsphysiologisch „essenziell“ oder „nicht essenziell“

basierend auf dem Wachstum oder der Stickstoffbilanz von Säugetieren (Wu, 2009). Studien belegen, dass Aminosäuren, deren Kohlenstoffgerüste nicht de novo von Zellen synthetisiert werden, mit der Nahrung aufgenommen werden müssen, um das Leben zu erhalten. Sie sind daher als essenziell einzustufen (Wu, 2013). Die Stickstoffbilanz ist jedoch kein zuverlässiger Indikator für einen optimalen Aminosäurenbedarf in der Nahrung (Wu 2013). Beispielsweise können erwachsene Männer, die sich argininfrei ernähren, 9 Tage lang eine Stickstoffbilanz aufrechterhalten, aber sowohl die Anzahl als auch die Vitalität ihrer Spermien sind um 90% verringert (Wu et al., 2009). Darüber hinaus beeinträchtigt ein Mangel an Arginin bei der Mutternahrung das Überleben und Wachstum des Embryos/Fötus bei trächtigen Schweinen, obgleich keine negative Stickstoffbilanz vorliegt (Wu et al., 2010). Laut Tabellenwerk (Amino Acids in Animal and Human Nutrition for Mammals, Wu, 2009) sind Arginin und Histidin jedenfalls als essenzielle, funktionelle Aminosäuren für alle Säugetiere einzustufen.

Eine Sondergruppe der essenziellen Aminosäuren bilden die verzweigtkettigen Aminosäuren (Branched-Chained Amino Acids, BCAA). Dazu gehören Leucin, Isoleucin und Valin. Aufgrund ihrer Struktur werden sie schnell in den Muskel transportiert. Sie gelangen direkt aus dem Darm ins Blut und müssen nicht, wie andere Aminosäuren, über die Leber transportiert werden. Verzweigtkettige Aminosäuren werden aufgrund ihrer, in der humanmedizinischen Literatur genannten Vorteile immer häufiger in Form von Supplements bei schwer kranken Patienten verwendet. Eine Verwendung der BCAA als antikanzerogene Aminosäuren scheint möglich (Danner & Priest, 1983; Blomgren et al., 1986; Saito et al., 2001).

Klinische Studien am Menschen konnten verlängerte Überlebenszeiten, günstigere Stickstoffbilanzen sowie eine

verbesserte Lebensqualität vorzeigen, wenn zugeführter Nahrung täglich bis zu 12 Gramm BCAAs beigemischt wurde (Ventrucci et al., 2001; Hiroshige et al., 2001; Inui, 2002; Gomes-Marcondes et al., 2003).

Für die langfristige Aufrechterhaltung des Stickstoffgleichgewichts und der Proteinsynthese ist die Zufuhr der essenziellen Aminosäuren notwendig, da der Körper diese nicht selbst herstellen kann, und sie deshalb von außen bzw. über die Nahrung zugeführt werden müssen.

Die zehn nicht essenziellen Aminosäuren Alanin, Asparagin, Asparaginsäure, Cystein, Glutamin, Glutaminsäure, Glycin, Prolin, Serin und Tyrosin kann der Körper grundsätzlich selbst bilden.

Die aufbauenden essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren bilden zusammen mit den nicht essenziellen Aminosäuren, die der Körper selbst auf der Grundlage der essenziellen mit Hilfe der Transaminase herstellt, die strukturelle Grundlage des Körpers sowie aller Moleküle, die Leben unterstützen. Dieser Prozess wird als Körperproteinsynthese bezeichnet. Sind die Spaltvorgänge unzureichend, werden die Eiweiße halbverdaut in den Dickdarm weitergeschoben, wo sie durch Bakterien zersetzt werden und den Organismus belasten.

URSACHEN UND FOLGEN VON EIWEISSMANGEL

Ein Mangel an Eiweiß oder einzelnen Aminosäuren kann zu schwerwiegenden Gesundheitsstörungen führen, die nahezu alle Krankheitsbereiche betreffen können.

Die Gefahr einer unzureichenden Bedarfsdeckung besteht vor allem bei Vegetariern und Veganern. Die Gefahr besteht darin, dass sie sehr häufig mit Stickstoff unterversorgt sind, da der maximale Protein-Nährwert von Pflanzen nur 18% beträgt (Johansson, 2012). Der Proteinbedarf von Kindern und Jugendlichen im Wachstum entspricht mindestens dem ihrer erwachsenen Mutter (Johansson, 2012). Dies bedeutet, dass in dieser Phase die Proteinversorgung besonders wichtig ist, um Wachstumsschäden aufgrund von Proteinmangel im Besonderen und Mangelernährung im Allgemeinen zu vermeiden.

Der Proteinstoffwechsel spielt bei allen Wachstumsprozessen eine bedeutende Rolle, weil der menschliche Nährstoffbedarf immer von einer Protein-Hierarchie gesteuert ist. Was für Kinder zutrifft, adressiert gleichermaßen die ältere Generation.

Bis dato betrachtete man die meisten Krankheiten, die mit dem Alterungsprozess in Verbindung standen als ganz natürliche Begleiterscheinung des Alterungsprozesses. Heute wissen wir jedoch, dass die meisten dieser Krankheiten durch Fehl- und Mangelernährung verursacht werden und somit in einer unzureichenden Nährstoffversorgung begründet liegen (Johansson, 2012).

Die Folgen eines Eiweißmangels sind vielfältig und reichen von Müdigkeit, Konzentrationsschwierigkeiten, einer verringerten Serotoninausschüttung, Schwächung des Immunsystems, Muskelabbau, körperlicher Schwäche, schlechteren Regenerationsphasen nach Krankheiten, Stoffwechsel-, Verdauungs- und Entgiftungsstörungen über Funktionsstörungen

der Organe, Eisenmangel, Stimmungsschwankungen, Haarausfall, stärkerer Faltenbildung und brüchigen Nägeln bis hin zu ungewolltem Gewichtsverlust, Osteoporose, Adipositas, schlechtem Schlaf, Potenz- und Menstruationsstörungen, Wassereinlagerungen, Niacinmangel, neurologischen Problemen und stärkeren Wechseljahresbeschwerden.

Die Ursachen für einen Eiweißmangel bestehen in einer zu geringen oder qualitativ ungenügenden Eiweißaufnahme (nicht alle essenziellen Aminosäuren beinhaltend bzw. in einer nicht optimalen Relation), einseitiger Ernährung, Dauerstress, nachlassender Resorption im Alter, zu wenig Magensäure, schlechter Verdauung, Eiweiß Verwertungsstörungen im Darm, starken Blutzuckerschwankungen und aufgrund eines höheren Bedarfs bei sportlichen Aktivitäten, Krankheiten und Schwangerschaft (Hamann, 2018).

AMINOSÄURENMUSTER

Jede Spezies, unabhängig davon, ob Mensch oder Tier, weist ihr eigenes, spezifisches Aminosäurenmuster auf, eine nur für diese Art gültige Zusammensetzung. Aus diesem spezifischen Aminosäurenmuster werden die Proteine aufgebaut, welche die körperliche Substanz und das Leben dieser Art ermöglichen.

Zur Sicherstellung einer optimalen Proteinsynthese müssen alle essenziellen Aminosäuren in ausreichender und exakt definierter Menge zur Verfügung stehen. Kommt nur eine der benötigten Aminosäuren in ungenügender Menge vor, so ist das optimale Aminosäurenverhältnis gestört, und die Proteinsynthese folglich limitiert. Was für den Menschen optimal ist, kann für jede andere Art immer nur annähernd passen.

Zur qualitativen Beurteilung von Nahrungsproteinen wird deren ernährungsphysiologischer Wert ermittelt. Die sogenannte Proteinqualität gibt Auskunft darüber, in welchem Ausmaß aufgenommenes Eiweiß abgebautes Körperprotein ersetzen kann. Die beiden ausschlaggebenden Kriterien dafür sind das jeweilige Aminosäurenmuster sowie die Verdaulichkeit des Proteins (Verfügbarkeit der Aminosäuren). Um eine möglichst genaue Abschätzung der Proteinqualität treffen zu können, muss die Verdaulichkeit der einzelnen Aminosäuren in der Nahrung berücksichtigt werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Aminosäurezusammensetzung ist der Organismus immer nur in der Lage, so viel Körperprotein aus Nahrungsproteinen zu synthetisieren, wie es deren Konzentration an der defizitärsten Aminosäure erlaubt. Diese wird folglich als limitierende Aminosäure bezeichnet und bestimmt den Wert eines Nahrungsproteins. Das Fehlen einer essenziellen Aminosäure führt zu einer Hemmung der Eiweißneubildung und begrenzt somit den Wert des gesamten Proteins der Ration (Kirchgeßner et al., 2011).

HUND

Für den Hund essenzielle Aminosäuren sind Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin (CASE et al., 1997) Arginin und Histidin können nur in ungenügendem Maß synthetisiert werden und zählen damit zu den semiessenziellen Aminosäuren.

Essenzielle Aminosäuren können vom Körper nicht selbst gebildet werden. Sie müssen deshalb über die Nahrung in der benötigten Menge und im richtigen Verhältnis zur Verfügung gestellt werden (Grandjean, 2006).

1979 veröffentlichte MILNER zwei Studien über die Essenzialität von Aminosäuren anhand junger Beagles (Milner, 1979a & Milner, 1979b). In den Versuchen wurden reine L-Aminosäuren-Diäten, denen die Aminosäuren Histidin, Isoleucin, Methionin, Threonin und Tryptophan fehlten, verwendet. Nach einiger Zeit wiesen die Beagles neben einer verminderten Nahrungsaufnahme auch einen deutlichen Gewichtsverlust, eine deutlich negative Stickstoffbilanz sowie eine signifikant erhöhten Harnstoffgehalt im Blut und im Urin auf. Die Entfernung von Arginin, Leucin, Lysin, Phenylalanin oder Valin aus der Diät resultierte in einer ebenfalls eindeutig negativen Stickstoffbilanz sowie einem erhöhten Harnstoffgehalt im Blut und Urin. Für die langfristige Aufrechterhaltung des Stickstoffgleichgewichts und der Proteinsynthese ist somit die Zufuhr der essenziellen Aminosäuren notwendig (Meier 2004).

Ein Proteinmangel äußert sich in schlechtem Fell, Hautinfektionen, Infektionskrankheiten, Durchfall, Futterunverträglichkeit, Allergien und Parasitenbefall. Junge Haustiere, wie Hundewelpen, wirken träge und zeigen nur wenig Temperament; außerdem ist ihr Wachstum gewöhnlich vermindert.

Ältere Hunde beispielsweise zeigen einen deutlichen Leistungsnachlass, sie wirken träge bis apathisch, laktierende Hündinnen haben meist zu wenig Milch.

KATZE

Der Gesamtbedarf an essenziellen Aminosäuren für Katzen ist etwa um 18 % höher als der des Hundes (Burger und Smith, 1987).

Das Aminosäuremuster im Futter kann Ungleichgewichte aufweisen, die zu einer schlechteren Futteraufnahme und zu schlechterem Wachstum führen können. Einige Aminosäuren wirken bei höheren Dosierungen sogar toxisch. So reagiert die Katze sehr empfindlich auf einen Leucingehalt von mehr als 1.25 % in der Futtertrockensubstanz oder auf einen Methioningehalt von mehr als 1.5 % in der TS (Hargrove et al. 1984; Fau et al., 1987). Für Katzen im Wachstum sind die Aminosäuren Arginin, Lysin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin essenziell. Rogers und Morris (1979) konnten keine Veränderung der Gewichtszunahme feststellen, wenn Alanin, Asparagin, Prolin oder Tyrosin fehlten. War aber der Gehalt einer essenziellen Aminosäure im Futter zu gering, hatte dies einen Rückgang der Futteraufnahme um 30 - 50 % zur Folge. Außerdem kam es zu einem Gewichtsverlust und einem Rückgang des Plasmaspiegels der entsprechenden Aminosäure (Rogers und Morris, 1979).

PFERD

Im Zuge von Untersuchungen zu Wachstumsleistungen von Warmbluthengsten in der Aufzucht unter besonderer Berücksichtigung der Protein- und Aminosäurenversorgung wurde anhand von Fütterungsversuchen ermittelt, wie sich das Wachstum von Reitpferdehengsten der Rasse DSP in der Aufzucht im Alter von 11 bis 27 Monaten, abhängig von der Energie- und Proteinversorgung darstellt. Die Tiere wurden in zwei Gruppen mit je sechs Tieren in Laufställen mit täglichem Auslauf gehalten. Die Aufwertung der Proteinversorgung im Sinne des Idealproteinkonzeptes erfolgte in der Supplementgruppe über ein pelletiertes Ergänzungsfuttermittel, in welchem hochwertige Proteinträger sowie kristalline Aminosäuren eingesetzt wurden.

Die Trockensubstanzaufnahmen waren in allen Rationen in beiden Gruppen identisch. Gemäß Versuchsziel war die Protein- und Aminosäurenversorgung der einzige unterschiedliche Versuchsfaktor, die Energieaufnahme beider Gruppen war ausgeglichen.

Effekte der optimierten Versorgung wurden durch Wachstums-, Gewebe- und Stoffwechselfparameter über einen Zeitraum von 72 Wochen im Vergleich der Gruppen erhoben und ausgewertet. Die Zunahmen an Lebendmasse und in der Widerristhöhe waren über den gesamten Versuchsverlauf in der Supplementgruppe höher. Bei Betrachtung von kürzeren Zeiträumen waren signifikante, rationsabhängige Effekte in diesen, aber auch mittels anderer Wachstumsparameter, nachweisbar. Der Zuwachs im Muskelumfang war im entsprechenden Betrachtungszeitraum signifikant erhöht, die weiteren Gewebeparameter BIA und Röntgen lieferten dem Alter der Tiere entsprechende Ergebnisse. Im Parameter des Harnstoff-Stickstoff im Serum wurde an einem Zeitpunkt des

Versuches im Mittel der Tiere der Supplementgruppe ein signifikant niedrigerer Wert ermittelt.

An weiteren Zeitpunkten und auch bei der Indikatorsubstanz 1-Methyl-Histidin waren keine Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisbar. Eine höhere Absorption der unentbehrlichen Aminosäuren aus dem Ergänzungsfutter in der Supplementgruppe wurde durch die Analyse der freien Aminosäuren im Blut in mehreren Versuchsabschnitten nachgewiesen.

Die verbesserte Proteinqualität in der Ration der Supplementgruppe beeinflusste das Wachstum der Tiere positiv. Eine Verwendung von hochwertigen Proteinträgern und kristallinen Aminosäuren gemäß Idealproteinkonzept konnte in Ergänzungsfuttermitteln für die Aufzucht von Pferden und für Zeiträume erhöhter Leistungsabforderungen empfohlen werden (Koslowski, 2014).

Alle Gewebeproteine eines Tieres unterliegen permanenten Auf- und Abbauprozessen mit spezifischen Halbwertszeiten in dem jeweiligen Gewebe. Dies bedeutet, dass die Proteinsynthese und die Proteolyse ständig parallel arbeiten und für eine ständige Erneuerung der Proteine im Organismus sorgen. Beim Abbau von Aminosäuren können diese zu einem begrenzten Teil für weitere Synthesen verwendet werden, gehen aber größtenteils durch Trans- oder Desamination für neue Synthesen verloren. Diese Verluste entstehen unabhängig von der Leistung der Tiere und müssen auch im Erhaltungszustand bzw. im Erhaltungsbedarf durch die stete Nahrungsaufnahme gedeckt werden.

Ein weiterer Grundbedarf an Aminosäuren besteht für regulatorische Funktionen (Eder, 2010). Um eine effiziente Nutzung des Futterproteins zu gewährleisten und eine optimale Zusammensetzung des Futterproteins zu erreichen, wurde das so genannte Idealproteinkonzept bei monogastrischen Nutztieren entwickelt. Dieses besagt, dass die Proteinsynthese am

effizientesten abläuft, wenn die ideale Kombination an unentbehrlichen Aminosäuren für die jeweilige Leistungserfüllung, über das Futter, zur Verfügung steht (TUITOEK *et al.*, 1997; BOISEN *et al.*, 2000). Wird die Proteinqualität im Sinne des Idealprotein-Konzeptes über die essenziellen Aminosäuren verbessert, sind auch bei einer reduzierten absoluten Proteinzufuhr konstante oder gesteigerte Leistungen beim Tier zu erwarten (WANG und FULLER, 1989; STANIAR, 1998; STANIAR *et al.*, 2001).

Die Aminosäure Lysin ist in der Fütterung des Pferdes die Leitaminosäure (OTT *et al.*, 1981). Die Ableitung des Idealproteins, die Erstellung von Relationen des Lysin zu den weiteren unentbehrlichen Aminosäuren, erfolgte über Aminosäureanalysen in der Ganzkörperzusammensetzung von Tieren oder der Untersuchung von Teilgeweben bzw. Produkten. Das Vorgehen gründete auf der Annahme, dass der Bedarf für Proteinansatz im Wachstum hauptsächlich aus einer Muskelmassezunahme entsteht. Die dafür notwendigen unentbehrlichen Aminosäuren müssen demnach synthesesynchron ab der Säugeperiode des Fohlens, in entsprechenden Verhältnissen, zur Verfügung stehen (GRAHAM-THIERS und KRONFELD, 2005). Über veränderte Proteinträger in der Ration bzw. durch eine direkte kristalline Ergänzung kann einem Mangel an Aminosäuren gezielt entgegengewirkt werden. Lysindefizite und Defizite an weiteren unentbehrlichen Aminosäuren verhindern die Nutzung anderer hochwertiger Proteinbestandteile und Aminosäuren (BREUER, 1971; WESSELING, 2003). Wie beschrieben, wird beim Pferd das Lysin als die erstlimitierende Aminosäure angesehen (HINTZ, 1994; BREGA, 2005).

Threonin wurde von den Autoren als die zweite limitierende Aminosäure bei Pferden ausgewiesen (GRAHAM *et al.*, 1994; BREGA, 2005). In Fütterungsversuchen mit Pferden, in welchen die Zulage von Lysin bzw. Lysin und Threonin untersucht

wurden, stiegen die Zunahmen an und die Futterverwertung verbesserte sich. Die Gehalte an Harnstoff-Stickstoff im Blut waren negativ mit einer Optimierung der Lysin- und Threoninversorgung korreliert.

Demzufolge wurden in den genannten Versuchen eine höhere Effizienz der Fütterung und eine Entlastung des Stoffwechsels durch die Nutzung des Idealproteinkonzepts erreicht. Dieser Zusammenhang, bewiesen durch Indikatoren des Proteinstoffwechsels, Ammoniak- bzw. Harnstoffausschleusung, wurde in mehreren Versuchen der Arbeitsgruppe untersucht und nachgewiesen (GRAHAM *et al.*, 1994; GRAHAM-THIERS und KRONFELD, 2005). GRAHAM-THIERS *et al.* (2010) schlussfolgerten nach ihren umfangreichen Versuchsreihen bezüglich der Aminosäurenversorgung von Pferden, dass eine Aminosäurenlieferung aus den in der Praxis angebotenen Futtermitteln oftmals nicht ausreichte, um den möglichen, sehr hohen Wachstumsleistungen von Jungpferden moderner Genetik gerecht zu werden. Weiterhin waren Bedarfsempfehlungen für verdauliches Protein sowie verdauliche Aminosäuren auch gemäß Idealproteinkonzept schwer zu erfüllen. Auch die Muskelhypertrophie, wie sie bei adulten Tieren durch Training auftrat, musste einen höheren oder veränderten Bedarf an Aminosäuren und gegebenenfalls sogar ein verändertes Ratio an Aminosäuren nach sich ziehen.

AMINOSÄURENBEDARF

Für den Menschen haben WHO und FAO ein Aminosäuren-Bedarfsmuster (mg/g Rohprotein) definiert, mit dem die Gehalte (mg/g) eines Nahrungsproteins an Aminosäuren ins Verhältnis gesetzt werden können.

Der auf diesem Weg errechnete Amino Acid Score (AAS) wird dann mit der wahren Proteinverdaulichkeit ($WV = N\text{-Aufnahme} - [N\text{ Faeces} - N\text{ Faeces endogen}] / N\text{-Aufnahme}$) multipliziert. Diese müsste eigentlich experimentell bestimmt werden, wird jedoch zumeist Tabellenwerken entnommen.

Gemäß einer Veröffentlichung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. vom Oktober 2017 orientieren sich die „Schätzwerte“ für eine angemessene Zufuhr von unentbehrlichen Aminosäuren für Säuglinge im Alter von 0 bis unter 4 Monaten am Aminosäuregehalt in Frauenmilch. Für Säuglinge ab 6 Monaten sowie für Kinder, Jugendliche und Erwachsene werden die, von der World Health Organization (WHO) 2007 (1) veröffentlichten Werte zum Bedarf an unentbehrlichen Aminosäuren „übernommen“ und für Erwachsene ab 19 Jahren mittels Daten aus Stickstoffbilanzen „abgeleitet“. Da der Proteinbedarf für Erwachsene ab 65 Jahren aus den bisher vorliegenden Studien allerdings nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit bestimmt werden kann, wird für diese Altersgruppe ein „Schätzwert“ angegeben. Nach eigenen Angaben der WHO ist die Genauigkeit der Werte generell nicht zufriedenstellend. Aus diesem Grund und weil Aminosäuren in der Regel in Form von Proteinen zugeführt werden, wird auf die eigenständige Ableitung empfohlener Zufuhrwerte für die einzelnen unentbehrlichen Aminosäuren verzichtet. Seit 2007 wurden daher seitens der WHO keinerlei Empfehlungen mehr für eine angemessene Zufuhr von essenziellen Aminosäuren herausgegeben.

Auch für Hunde werden diese Werte oft der Literatur entnommen, da die exakte Bestimmung der tatsächlichen Proteinverdaulichkeit äußerst komplex scheint.

(N Faeces endogen = Stickstoffausscheidung mit den Faeces bei proteinfreier Fütterung.)

So erhält man den „Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score“ (PDCAAS). Mit dieser Methode ist die Proteinbewertung relativ simpel durchzuführen.

Sie deckt sich jedoch nicht mit den, durch die „Biologische Wertigkeit“ (BW) von Nahrungsproteinen vorgenommenen Methoden. Die BW lässt sich aus der Nettoproteinverwertung (NPU = Netto Protein Utilization) und der Verdaulichkeit von Nahrungsproteinen ermitteln: $BW = \frac{N\text{-Aufnahme} - (N\text{ Faeces} - N\text{ Faeces endogen}) - (N\text{ Urin} - N\text{ Urin endogen})}{\text{Aufnahme an verdaulichem Stickstoff (N)}}$. NPU und BW liefern beide Aussagen über den Anteil des, mit der Nahrung zugeführten Proteins (Stickstoffs), der für den Aufbau von Körperproteinen verwendet wird.

Während sich die NPU auf die gesamte Zufuhr an Protein (Stickstoffaufnahme) bezieht, trifft dies für die biologische Wertigkeit ausschließlich auf den verdaulichen Anteil (absorbierte Stickstoffmenge) zu. Die PDCAAS-Methode hat jedoch den Vorteil, dass außer der Proteinbewertung auch die Bestimmung der aktuell limitierenden Aminosäure(n) möglich ist und somit Aufschluss über den Ergänzungswert eines Nahrungsproteins gegeben werden kann. Das ist besonders für Proteinkombinationen von größter Bedeutung. Proteine tierischer Herkunft wie sie in Fisch, Fleisch, Eiern, Milch etc. vorkommen, tragen zur Versorgung aller essenziellen Aminosäuren bei und werden deshalb als „vollkommene Proteine“ (complete proteins) bezeichnet. Pflanzliche Proteine hingegen, welche ein Defizit an einer oder mehreren unentbehrlichen

Aminosäuren besitzen, werden dementsprechend „unvollkommene Proteine“ (incomplete proteins) genannt (Gaßmann, 2006).

Da sich unsere Körperzellen ständig erneuern, brauchen sie eine regelmäßige Zufuhr von Proteinen. Entscheidend ist dabei nicht nur die Menge, sondern die Qualität.

Leider wird die Qualität des Proteinbedarfs sehr häufig unterschätzt, denn maßgeblich ist, dass die essenziellen Aminosäuren alle gleichzeitig, also synthesesynchron in der, der jeweiligen Spezies entsprechenden Proportion im Körper verfügbar sind.

Nach Block und Mitchell folgen alle Aminosäuren generell dem katabolen (abbauenden) Stoffwechselweg, wodurch es zwangsläufig zu einem Anstieg des Harnstoffspiegels kommt, wenn man nicht alle Aminosäuren zur gleichen Zeit verabreicht. Die biologische Wertigkeit eines diätetischen Proteins steht also in direkter Abhängigkeit zu seinen Aminosäurenbestandteilen.

Stehen nicht alle essenziellen Aminosäuren zum Zeitpunkt der Proteinsynthese zur Verfügung, limitiert das intrazelluläre Defizit die Proteinsynthese des Körpers, selbst wenn nur eine Aminosäure nicht in ausreichender Menge vorhanden ist (Block und Mitchell, 1946). Man nennt diese deshalb die limitierende Aminosäure, weil sie den Eiweißaufbau stoppt. Die limitierende Aminosäure setzt also die Grenze für die Menge an essenziellen Aminosäuren, die für die Proteinsynthese genutzt werden können. Sind von einer Aminosäure im Verhältnis zu den anderen nur 60 % vorhanden, wird die Verwertung aller Aminosäuren auf 60 % limitiert (Liebig'sches Minimumprinzip).

Derzeit werden viele und unterschiedliche Quellen für die Proteinzufuhr herangezogen. Der Stand der Technik gibt jedoch keinerlei Aufschluss hinsichtlich des Konzepts der

Bereitstellung einer optimalen Proteinversorgung, deren Ziel im Wesentlichen eine vollständige Absorption und Verwertung der beinhaltenen Aminosäuren ist, die einem Individuum verabreicht werden.

Bisher war es üblich, die geeignete Zusammensetzung von Nahrungsergänzungspräparaten für den humanen und veterinären Bereich anhand von experimentellen Erfahrungswerten zu bestimmen und diese von Zeit zu Zeit anzupassen.

Analoge Empfehlungen werden in der Regel von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für den Menschen bzw. vom National Research Center (NRC) für Hunde, Katzen und Pferde oder gemäß den Richtlinien für Allein- und Ergänzungsfuttermittel für Katzen und Hunde (FEDIAF) herausgegeben.

Entsprechende Werte hinsichtlich des reinen, essenziellen Aminosäurenbedarfs sind dem folgenden Tabellenwerk (1) zu entnehmen

Tabelle 1

	Mensch		Hund		Katze		Pferd	
	WHO (2007)		FEDIAF (2019)		FEDIAF (2019)		Meyer & Coenen (2014)	
	täglicher Bedarf		täglicher Bedarf		täglicher Bedarf		täglicher Bedarf	
	g/kg KG	70kg KG	g/kg KG ^{0,75}	20kg KG	g/kg KG ^{0,67}	4kg KG	g/kg KG ^{0,75}	500kg KG
Isoleucin	0,02	1,40	0,13	1,23	0,12	0,30	0,22	23,55
Leucin	0,04	2,73	0,23	2,18	0,29	0,73	0,44	46,23
Lysin	0,03	2,10	0,12	1,13	0,09	0,23	0,27	28,78
Methionin	0,01	0,70	0,11	1,04	0,04	0,10	0,18	19,19
Phenylalanin	0,03	1,75	0,15	1,42	0,12	0,30	0,29	30,53
Threonin	0,02	1,05	0,14	1,32	0,15	0,38	0,45	47,10
Tryptophan	0,00	0,28	0,05	0,47	0,04	0,10	0,07	6,98
Valin	0,03	1,82	0,16	1,51	0,15	0,38	0,30	31,40
Arginin	k.A.	k.A.	0,14	1,32	0,25	0,63	0,51	54,08
Histidin	0,01	0,70	0,06	0,57	0,08	0,20	0,11	11,34
Summe	0,18	12,53	1,29	12,20	1,33	3,37	2,83	299,16

Herkömmliche, bekannte Nahrungsergänzungspräparate für Mensch und Tier (Hund, Katze und Pferd) werden daher zumeist auf Basis dieser Empfehlungen zusammengestellt.

So liegt der Bedarf an Protein laut Empfehlung beim erwachsenen Menschen abhängig von seiner Konstitution und den Lebensumständen zwischen 0,8 g und 0,93 g pro kg Körpergewicht, bei Säuglingen sogar zwischen 0,9 g und 2,7 g pro kg Körpergewicht, wobei die Tagesmenge über die Mahlzeiten verteilt werden sollte, um den Eiweißspiegel weitestgehend konstant zu halten.

Untersuchungen belegen, dass eine höhere Aufnahme an Protein (Aminosäuren) die Proteinsynthese in den Muskeln aufbaut (D. Paddon-Jones, 2004) (G. Biolo u.a., 1997) (T.B. Symons, 2007). Eine Proteinaufnahme von unter 1 g/kg Körpermasse führte bei Leistungssportlern zu einer negativen Stickstoffbilanz (Friedman & Lemon, 1989). Forscher ermittelten, dass 0,8 g/kg Körpergewicht nicht ausreichend sind, um die Muskelmasse bei älteren Menschen zu erhalten (RDA, Resommended Daily Allowance) (W.W Campbell u. A., 2001). Ihrer Empfehlung zufolge sollten Ältere bis 1,2 g/kg Körpergewicht aufnehmen. Zum gleichen Ergebnis kamen weitere Studien. Im Krankheitsfall oder bei chronischem Stress kann der Wert durchaus höher liegen. Eine Studie aus dem Jahr 2007 befasste sich mit den Folgen von weniger Eiweiß - nur 0,5 g/kg Körpergewicht. Das Ergebnis war, dass Muskelbildung und Energieniveau deutlich zurückgingen (A.E. Thalacker-Mercer u.A., 2007). Das Hauptaugenmerk liegt hierbei darauf, wie viel körpereigenes Eiweiß tatsächlich aus dem jeweiligen Nahrungseiweiß gebildet werden kann.

PROTEINQUALITÄT

Karl Thomas entwickelte 1909 eine Methode zur Bewertung der Proteinqualität in Lebensmitteln. Demnach ist die biologische Wertigkeit der Proteine eines Lebensmittels ein Maß dafür, mit welcher Effizienz diese Nahrungsproteine in körpereigene Proteine umgesetzt werden können, und damit eine der Möglichkeiten, die Wertigkeit von Proteinen festzulegen.

Je ähnlicher die Nahrungsproteine den Körperproteinen in ihrer Aminosäurezusammensetzung sind, desto geringer ist der Aufwand des Körpers für die Umsetzung. Besondere Bedeutung kommt hierbei dem Gehalt an essenziellen Aminosäuren zu.

Die Proteinqualität entspricht also der Fähigkeit der, in Lebensmitteln enthaltenen Aminosäuren, den Bedarf an essenziellen Aminosäuren in einem ausreichenden Maße zu decken.

Der Bedarf an Aminosäuren ist für spezifische Altersgruppen und entsprechend der physiologischen Bedürfnisse unterschiedlich hoch (Moughan, 2012).

In geeigneter Galenik werden die essenziellen Aminosäuren nach 23 Minuten resorbiert.

Die Verdaulichkeit eines Nahrungsmittels wird in erster Linie daran gemessen, wie lange der Organismus benötigt, um es vollständig aufzunehmen. Hochwertiges und leicht verdauliches Protein steckt beispielsweise in Muskelfleisch, Fisch, Milchprodukten und Innereien. Es handelt sich hierbei also ausschließlich um tierisches Eiweiß. Soja enthält ebenfalls große Mengen an Eiweiß, jedoch handelt es sich hier um pflanzliches Eiweiß, welches eine mindere Qualität aufweist (Tabelle 2).

Die Verdaulichkeit von pflanzlichem Protein ist gegenüber tierischem Eiweiß grundsätzlich niedriger, wobei die Proteinqualität jedoch mittels Supplementierung essenzieller Aminosäuren verbessert werden kann (Neirinck et al., 1991).

Tabelle 2

Werte in Gramm pro 100 Gramm	Schweinefleisch	Hühnerfleisch	Vollei	Sojabohnen	Erbsen
Isoleucin	1,17	0,90	0,79	0,54	0,30
Leucin	1,62	1,36	1,08	0,85	0,43
Lysin	1,86	1,66	0,74	0,71	0,42
Methionin	0,58	0,49	0,39	0,12	0,07
Phenylalanin	0,83	0,78	0,75	0,55	0,28
Threonin	0,92	0,86	0,66	0,46	0,27
Tryptophan	0,26	0,22	0,18	0,14	0,06
Valin	1,07	0,99	1,05	0,54	0,31
Arginin	1,27	1,15	0,83	0,95	0,66
Histidin	0,56	0,66	0,26	0,31	0,15
Summe	10,14	9,06	6,71	5,17	2,95

Quelle: <https://www.naehrwertrechner.de/naehrwerttabelle/>

Die Proteinverdauung beginnt im Magen mit der Denaturierung und einer hydrolytischen Spaltung durch Pepsin. Im Duodenum spalten weitere Peptidasen aus dem Pankreas die Proteine und Polypeptide in Oligopeptide. Die weitere Verdauung übernehmen Amino- und Oligopeptidasen in der Bürstensaummembran der Enterozyten. Die Spaltprodukte werden in die Enterozyten aufgenommen und die restlichen Di- und Tripeptide von Di- und Tripeptidasen weiter in einzelne Aminosäuren zerlegt. Aus den Mukosazellen gelangen die Aminosäuren ins Blut und über die Pfortader zur Leber, wo ein großer Teil der vom Körper benötigten Proteine synthetisiert wird (Thieme 2013).

Studien zur Eiweißsynthese im menschlichen Körper haben ergeben, dass die Synthese und Abgabe in das Pfortaderblut schon nach 10 Minuten nach Eingabe der Aminosäurenkomposition in den Darm beginnt (Kauffmann 2013).

Im Gegensatz zu Kohlenhydraten und Fetten besteht für Proteine keine direkte Speichermöglichkeit. Nur 100 bis 150 g der frei verfügbaren Aminosäuren können im „Aminosäurenpool“ gespeichert werden. Der Aminosäurenpool bezeichnet dabei die Gesamtmenge aller frei verfügbaren Aminosäuren im Organismus (De Marées 2003).

Um den Abbau von körpereigenem Protein zu verhindern, müssen alle Aminosäuren, welche der Körper braucht, daher ständig mit der Nahrung aufgenommen werden. Werden mehr Proteine verzehrt als benötigt, gelangen die bei der Verdauung frei gewordenen Aminosäuren in den Aminosäurenpool. Ist dieser bereits voll, verwendet der Körper die überschüssigen Aminosäuren zur Energiegewinnung. Der in den Aminosäuren gebundene Stickstoff wird dabei größtenteils über den Urin ausgeschieden.

MITTELKETTIGE TRIGLYZERIDE (MCT)

MCT (MCT = medium chain triglycerides oder auch mittelkettige Triglyzeride) sind Fette mit Fettsäuren mittlerer Kettenlänge (6-12 Kohlenstoffatome). Diese gesättigten Fettsäuren finden sich im Kokosfett, Palmöl und in wesentlich geringeren Mengen auch in Butter. Seit Mitte der 1950er Jahre industriell hergestellt und überwiegend in den Bereichen Kosmetik und Pharmazeutika Verwendung findend, erlangen MCT immer mehr die Aufmerksamkeit in der medizinischen und ernährungswissenschaftlichen Forschung und praktischen Anwendung.

Im Vergleich zu den üblichen Nahrungsfetten mit langkettigen Fettsäuren (LCT = long chain triglycerides, > 12 Kohlenstoffatome) werden sie schneller gespalten, absorbiert und über die Pfortader direkt zur Leber transportiert. MCT werden im Darm schneller gespalten als LCT bzw. auch ungespalten durch die Darmepithelzellen aufgenommen. An Albumin gebunden werden die mittelkettigen Fettsäuren direkt über das Blut der Pfortader zur Leber transportiert. Langkettige Fettsäuren dagegen werden in Chylomikronen eingebaut und erreichen über den Lymphweg das Blut. In der Leber werden mittelkettige Fettsäuren bevorzugt oxidiert.

Im Gegensatz zu langkettigen Fettsäuren werden sie unabhängig von fettsäurebindenden Proteinen in die Mitochondrien aufgenommen, wo sie schnell abgebaut werden. Das anfallende Acetat dient in Form von Acetyl-CoA als Baustein für die Neusynthese von z. B. Ketonkörpern, Fettsäuren, Cholesterol oder zur Energiegewinnung mittels β -Oxidation (Karlson, 1984).

Ergebnisse weiterer Studien zeigen, dass MCT neben dem geringeren Energiegehalt eine höhere postprandiale Thermogenese und dadurch einen größeren Energieverbrauch

induzieren als LCT, wie Nagao und Yanagita (2010) in ihrem Review zusammenfassen.

Aufgrund dieser Unterschiede zwischen MCT und LCT wurde postuliert, dass der Ersatz von LCT durch MCT vorteilhaft für die Gewichtskontrolle bzw. Prävention der Adipositas sein könnte.

Unsere Körperzellen sind auf Energie angewiesen. In der Regel erhalten sie diese in Form von Glucose, können allerdings auch Ketone als Energiequelle nutzen. Ketone sind sauerstoffhaltige Carbonylgruppen, die in MCT enthalten sind.

Der hier verwendete Ausdruck „mittelkettige Triglyzeride“ bezieht sich auf Triglyzeride mit einem nahezu ausschließlichen Gehalt an Octansäure (Caprylsäure; C8:0) entsprechend dem systematischen und trivialen Namen in der chemischen Nomenklatur. Als Quelle für diese mittelkettigen Triglyzeride dient vorzugsweise Kokosnussfett.

Caprylsäure (C8) verfügt über weniger Kohlenstoffe (8 Kohlenstoffe) als Caprinsäure (C10) und Laurinsäure (C12). Dies ist der Grund, warum es im Vergleich zu MCTs mit längerem Kohlenstoffgehalt ein bessere Fähigkeit im Hinblick auf die Ketonproduktion aufweist. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Aufnahme von Caprylsäure (C8) die Ketonproduktion erhöht (McGarry, J. D., & Foster, D. W., 1971) (Miles, J. M., Haymond, M. W., Nissen, S. L., & Gerich, J. E., 1983). Ein nur geringer Anstieg der Plasma-Caprylsäure-Spiegel um 1 mMol erhöht die Ketonproduktion um das Fünffache. Dies ist von Bedeutung für ketone Ernährungsregimes, da Ketone hier die primäre Energiequelle sind. Caprylsäure (C8) wird zu Ketonen umgewandelt, unabhängig davon, ob man sich in einer Ketose befindet, eine ketogene Diät einhält oder nicht.

Daneben zeigen andere Untersuchungen, dass Caprylsäure starke antibakterielle, antivirale und antimykotische Aktivitäten aufweist (Nair, M. K. M., Joy, J., Vasudevan, P., Hinckley, L., Hoagland, T. A., & Venkitanarayanan, K. S., 2005), und die Blutfettprofile verbessert werden.

Neuere Forschungen bestätigen, wie viel wirksamer Caprylsäure (C8) gegenüber Caprinsäure (C10) in ihrer Fähigkeit ist, Ketone zu erhöhen. C8 erhöht die Ketone um ungefähr das Dreifache von C10 (Vandenberghe, C., St-Pierre, V., Pierotti, T., Fortier, M., Castellano, C. and Cunnane, S. C. Vandenberghe, Camille et al., 2019).

Caprylsäure (C8) kann Mahlzeiten mit einem höheren Gehalt an Kohlenhydraten und / oder Protein ergänzen, um Blutzuckerspitzen zu reduzieren. Dies geschieht, weil der Insulinspiegel nach Einnahme von Caprylsäure aufgrund einer Zunahme der Ketonproduktion ansteigt. Dies erhöht die Glucosefreisetzung.

Die Forschung hat gezeigt, dass MCT eine saubere, schnell wirkende Energiequelle für Körper und Gehirn darstellen. MCT-Fette werden sehr schnell in den Kreislauf resorbiert (ähnlich wie Glucose), und sie brauchen zur Verbrennung um die Hälfte weniger Sauerstoff als andere Fettsäuren.

Charakteristisch ist für sie eine zweifach höhere Verbrennungsenergie (8,3 kcal/h) als es bei Kohlenhydraten oder Proteinen (4 kcal/g) der Fall ist. MCT werden von der Leber unter Energiefreisetzung völlig metabolisiert, ohne die Prädisposition, im Organismus in Form von Fettgewebe gespeichert zu werden.

MCT sind aufgrund ihrer kürzeren Fettsäurenkettenlänge im wässrigen Milieu relativ gut löslich und darum ohne Gallensäuren verstoffwechselbar. Ihre Struktur bedarf auch

keiner Spaltung durch die Pankreaslipase (Enzym der Bauchspeicheldrüse). Sie werden, unter Umgehung des Lymphsystems, direkt im Blut zur Leber transportiert, wo sie im Vergleich zu herkömmlichen Fetten bevorzugt oxidiert und vermehrt Ketonkörper gebildet werden (Tosiaki, Aoyama et al, 2007).

Es ist wichtig, dem Körper ausreichend Energie durch Fette und Kohlenhydrate zuzuführen, da sonst das Protein nicht zum Aufbau der Zellen, sondern als Energielieferant genutzt wird und somit im Aufbau fehlt.

Der Transport der mittelkettigen Fettsäuren (MCT) kann im Blut allein über eine Kopplung an das Eiweiß Albumin erfolgen. Sie stehen damit schnell als Energielieferanten bzw. als Ausgangsmaterial für die Triglycerid-Synthese in der Leber zur Verfügung und verhindern somit, dass Aminosäuren zur Deckung des Energiebedarfs herangezogen werden (DGFF, Lipid-Liga e.V. 1999).

Weil MCT-Fette eine höhere Ketogenität als herkömmliche Fette aufweisen, werden sie auch im Rahmen der ketogenen Diät, als teilweiser Ersatz der LCT-Fette eingesetzt (P. R. Huttenlocher, A. J. Wilbourn, J. M. Signore , 1971).

Unser Körper verfügt nur über einen geringen Glucosevorrat, und wenn wir mehr als einen Tag lang nichts essen, gibt es einen „Plan B“, der verhindert, dass wir gleich sterben. Das Gehirn und die meisten anderen Organe können bestimmte andere Energiequellen verwerten, wenn keine Glucose zur Verfügung steht. Ohne diese Fähigkeit wäre die Menschheit schon längst ausgestorben.

Während des Hungerns bedienen wir uns unserer Fettspeicher und setzen Fettsäuren frei, von denen einige in „Ketonkörper“ umgewandelt werden. Sie können die Blut-Hirn-Schranke passieren und unsere Zellen mit alternativer Energie versorgen. Um diese Ketonkörper zu „produzieren“, müssen wir aber nicht unbedingt hungern. Eine andere Möglichkeit ist die Einhaltung einer konsequenten ketogenen Ernährungsweise.

Eine weitere einfachere Möglichkeit ist es, Nahrungsmittel zu sich zu nehmen, die mittelkettige Fettsäuren enthalten.

Letztere werden während des Verdauungsprozesses leicht vom Darm aufgenommen und in der Leber größtenteils in Ketonkörper umgewandelt.

Laut einer Studie, die in Florida mit 184 Personen mit einem Durchschnittsalter von 72,5 Jahren durchgeführt wurde, die zur Therapie mittelkettige gesättigte Fettsäuren in Form von Kokosöl und oder MCT-Öl eingenommen haben, konnten signifikante Verbesserungen wie bessere Sprechfähigkeiten, einfacheres Sozialverhalten, ein besseres Gedächtnis, eine Wiederaufnahme gestoppter Aktivitäten und eine insgesamt verbesserte Symptomatik festgestellt werden.

BEDARFSEMPFEHLUNGEN

Das Angebot an Nahrungsergänzungspräparaten ist umfangreich und unüberschaubar.

Es reicht von den klassischen Nährstoffen wie Vitaminen und Mineralstoffen über verschiedene Fettsäuren, Aminosäuren, sekundäre Pflanzenstoffe bis hin zu pharmakologisch wirksamen Pflanzenauszügen [Hahn A., 2000].

Die Erweiterung des jeweiligen Substanzspektrums basiert vielfach auf In-vitro-Untersuchungen, selten auf Interventionsstudien (Grossklaus R., 2000) oder analytischen Auseinandersetzungen mit dem körpereigenen Aminosäurenprofil der jeweiligen Spezies.

Die gängigen, handelsüblichen Einnahmeempfehlungen in Bezug auf Aminosäurezusammensetzungen für Hunde, Katzen und Pferde sind in der folgenden Tabelle (3) zusammengefasst:

Tabelle 3

Verhältnisse der empfohlenen essenziellen & semiessenziellen Aminosäuren						
	Hund		Katze		Pferd	
Isoleucin	10,08 %	0,13 g	9,02 %	0,12 g	7,87 %	0,22 g
Leucin	17,83 %	0,23 g	21,80 %	0,29 g	15,45 %	0,44 g
Lysin	9,30 %	0,12 g	6,77 %	0,09 g	9,62 %	0,27 g
Methionin	8,53 %	0,11 g	3,01 %	0,04 g	6,41 %	0,18 g
Phenylalanin	11,63 %	0,15 g	9,02 %	0,12 g	10,20 %	0,29 g
Threonin	10,85 %	0,14 g	11,28 %	0,15 g	15,74 %	0,45 g
Tryptophan	3,88 %	0,05 g	3,01 %	0,04 g	2,33 %	0,07 g
Valin	12,40 %	0,16 g	11,28 %	0,15 g	10,50 %	0,30 g
Arginin	10,05 %	0,14 g	18,80 %	0,25 g	18,08 %	0,51 g
Histidin	5,03 %	0,06 g	6,02 %	0,08 g	3,79 %	0,11 g
Summe	100 %	1,29 g	100 %	1,33 g	100 %	2,83 g

Quelle: Meyer & Coenen (2008), FEDIAF (2019)

Anmerkung: Mangels WHO Angabe zur Einnahmeempfehlung in Bezug auf die semiessenzielle Aminosäure Arginin für den Menschen, wurde der Mensch in Tabelle 3 nicht berücksichtigt.

Der Eiweißgehalt beim Tierfutter, angegeben in %, gehört zur Pflichtangabe. Seine Aussagekraft ist jedoch begrenzt, denn Protein ist nicht gleich Protein. Auch hier gibt es große Unterschiede hinsichtlich der Verdaulichkeit und biologischen Wertigkeit. Wenn der Ursprung der tierischen Proteinquelle nicht deklariert ist (z.B. Rind, Huhn, Pute, etc.), bedeutet das einfach, dass der Hersteller sich hier viel Spielraum lässt.

Laut einer 2015 veröffentlichten Untersuchung von britischen Hunde- und Katzenfuttern mit „Fleisch und tierischen Nebenerzeugnissen“ („meat and animal derivatives“) in der Zutatenliste suchte man nach DNA von u.a. Rind, Schwein und Huhn in diesen Futtern und kam zu folgenden Erkenntnissen:

- Bei 14 von 17 getesteten Produkten fand man eine Mischung von Schweine-, Huhn- und Rinder-DNA. Bei all diesen Futtern war in der Zutatenliste nur ein Teil der verwendeten Tiere angegeben, wenn überhaupt.
- Bei Futtern mit prominent platzierten Geschmacksrichtungen auf der Packung („mit Rind“, „mit Huhn“) machte diese Proteinquelle oft nur einen kleinen Bruchteil aller enthaltenen Proteine aus und war schlussendlich nur ein irreführender Werbe-Gag (Maine, I.R., Atterbury, R. & Chang, K. , 2015).

Futtermittel-Deklarationen, Werbung und Verpackungen sind oft intransparent und irreführend gestaltet. Kein Wunder, dass kein Vertrauen in die gute Intention der Futterfirmen besteht, nur das Beste für den Hund liefern zu wollen. Es wird immer wieder davor gewarnt, dass auch Federn Horn, Haut, Haare, Schnabel oder Hufe im Futter landen, um den analytischen Proteingehalt eines Futters in die Höhe zu treiben. Die Aminosäuren in diesen keratinhaltigen Bestandteile sind für den Hund nur in hochgradig prozessierter

Form überhaupt verwertbar und daher ziemlich minderwertige Eiweiße.

Laut einer Publikation der Stiftung Warentest vom 20.07.20 wurden viele Produkte für Hunde und Katzen als „mangelhaft“ bewertet. Demnach beinhalten viele der Produkte günstige Füllstoffe, die schädlich für das Haustier sein können. Der Füllstoff, der am häufigsten in Hunde- und Katzenfutter vorkommt, ist Getreide. In einigen Futtersorten ist ein Getreideanteil von bis zu 90 % enthalten. Dies kann Übergewicht, Diabetes, Entzündungen des Verdauungstraktes und Verhaltensstörungen zur Folge haben. Der Anteil der Hunde, die auf Dauer Probleme mit Gluten bekommen, ist relativ hoch.

Imbalancen der Serumamino­säuren, Stickstoffbilanzen und Harnstoffwerte, die häufig beobachtet werden, beruhen größtenteils auf einer ernährungsphysiologisch wenig ausgewogenen Aminosäure­zusammensetzung.

DARREICHUNGSFORMEN

Die, mit der jeweiligen aktuellen Zusammensetzung und Darreichungsform einhergehenden, möglichen Nebenwirkungen wie Allergien und Intoleranzen sind hinreichend bekannt und nicht nur dem humanen Einsatzbereich vorbehalten, sondern zunehmend auch ein Erscheinungsbild des veterinären Bereichs.

Der jetzige Stand der Technik in Bezug auf die Zufuhr von Protein- und /oder Aminosäureprodukten besteht vorwiegend in einer Darreichungsform in Form von

Tabletten, die in aller Regel neben dem eigentlichen Wirkstoff zusätzliche Hilfsstoffe (Tablettierungshilfen) erfordern. Die Nachteile einer Darreichungsform in Tablettenform lassen sich wie folgt auflisten:

-Bei falscher Einnahme, ohne ausreichende Flüssigkeitsmenge während der Einnahme, gelangen die Tabletten nicht bis in den Magen, sondern bleiben eine Zeit lang in der Speiseröhre „kleben“.

-Die Compliance bei der Einnahme in Form von besonders großen Tabletten ist reduziert, da einige Menschen Probleme haben, große oder mehrere Tabletten bis zu mehrmals am Tag zu schlucken.

-Bei einigen Personen bleiben die Tabletten während des Schluckvorgangs im Rachenbereich kleben, was unangenehme Fremdkörpergefühle auslöst.

Kapseln, bestehend aus einer Kapselhülle und einer Füllung, wobei die Hülle meist aus Gelatine, gelegentlich aus Cellulose oder Carrageen besteht. Die Nachteile einer Darreichungsform in Kapselformform lassen sich wie folgt auflisten:

-Hauptbestandteil des Polypeptids Gelatine ist denaturiertes bzw. hydrolysiertes Kollagen, das vorwiegend aus

Schlachtabfällen wie Haut und Knochen von Rindern und Schweinen gewonnen wird und damit für Veganer und Vegetarier nicht geeignet ist.

-Kapseln müssen am besten im Stehen mit viel Flüssigkeit eingenommen werden, damit ein Haften (der Gelatine) an der Speiseröhre verhindert wird.

-Die Compliance bei der Einnahme in Form von besonders großen Kapseln ist reduziert, da einige Menschen Probleme haben, große oder mehrere Kapseln bis zu mehrmals am Tag zu schlucken.

Pulver, die aus tierischen und/oder pflanzlichen Proteinen bzw. Eiweißen bestehen

-Abhängig von der verwendeten Proteinquelle können Lebensmittelunverträglichkeiten oder organische Belastungen auftreten.

-Im Proteinpulver sind auch Kohlenhydrate, Fette und Zusatzstoffe enthalten und oft Aromen und Zuckeraustauschstoffe zugesetzt, die den Nährwert des Produkts verwässern. Der Protein- und Aminosäuregehalt eines Proteinpulvers kann sehr unterschiedlich sein. Während manche fast nur aus Proteinen bestehen, enthalten andere diese nur in kleineren Mengen.

WARUM WURDE DAMINOC® ENTWICKELT?

Die Aufgabe von DAMINOC® besteht darin, Mittelkettige Triglyzerid- und Aminosäurenmischungen mit optimierter Aminosäurezusammensetzung in Form eines gewebespezifischen Abbilds des essenziellen und semiessenziellen Aminosäureprofils der jeweiligen Spezies bereitzustellen, die zur Beimischung und Herstellung von individuellen Nahrungen und Nahrungsergänzungen in der, der jeweiligen Spezies entsprechenden Ausführungsform für den Menschen, den Hund, die Katze und/oder das Pferd verwendet werden können.

Es ist kein Novum, dass bekannte Nahrungs- und Nahrungsergänzungsmittel für den Menschen und das Tier (Hund, Katze und/oder Pferd) im Hinblick auf ihr Aminosäureprofil unvollständig oder unzureichend sind. Darüber hinaus ist die Genauigkeit der Werte für eine angemessene Zufuhr von essenziellen Aminosäuren laut eigenen Angaben der WHO generell nicht zufriedenstellend. So beruhen die Empfehlungen großteils auf Schätzungen und Tabellenwerken, die von Zeit zu Zeit angepasst werden. Dies gilt sowohl für den humanen (Mensch) als auch für den veterinären (Hund, Katze und/oder Pferd) Bereich.

Gerade wenn es um Nahrungsprodukte geht, scheuen viele Verbraucher zumeist keine Kosten, und auch Besitzer von Haustieren wollen für ihre Tiere nur das Beste. Ein Mangel an Eiweiß (Protein) oder einzelnen Aminosäuren aufgrund von Fehl- oder Mangelernährung kann, wie bereits aufgezeigt, zu schwerwiegenden Gesundheitsstörungen führen, die nahezu alle Krankheitsbereiche betreffen können.

Die Gefahr einer unzureichenden Bedarfsdeckung besteht nicht nur bei Vegetariern und Veganern, sondern bei allen Spezies in sämtlichen Altersklassen, speziell auch bei älteren Menschen, deren Anteil insbesondere in den Industrieländern zunehmend

steigt und deren Krankheitsbilder im Zuge des Alterungsprozesses vielmehr in einer Mangel- oder nicht bedarfsgerechten Ernährung begründet liegen als in natürlichen Ursachen.

Die biologische Wertigkeit eines Proteins ist umso höher, je mehr das Protein in der Nahrung oder im Futter dem Protein der jeweiligen Spezies entspricht, der es verabreicht wird, da die Synthese vereinfacht wird.

Im Umkehrschluss hätte Hundefleisch demnach die höchste biologische Wertigkeit für den Hund, Menschenfleisch für den Menschen, Katzenfleisch für die Katze und Pferdefleisch für das Pferd, was in der Praxis aus ethischen Gründen nicht umsetzbar ist.

Es lag somit die Aufgabe zugrunde, zum Zweck der optimierten Aminosäurenversorgung von Mensch und Tier (Hund, Katze und/oder Pferd), eine Rezeptur in Übereinstimmung mit dem artspezifischen Profil an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren zu entwickeln, welche eine jeweils auf den Menschen oder das Tier (Hund, Katze und/oder Pferd) speziell abgestimmte Zusammensetzung an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren beinhaltet, der mittelkettige Triglyzeride als ernährungsphysiologisch sinnvolle Trägerkomponente zugesetzt wurden.

DAMINOC® gewährleistet, dass die beinhaltete Aminosäurenmischung zweckbestimmt ausschließlich dem Proteinaufbau und die mittelkettigen Triglyzeride der Energiefreisetzung zur Verfügung stehen.

Die Bereitstellung erfolgt in Form einer Suspension.

DAMINOC® beinhaltet fermentierte, freie, kristalline und hypoallergene L-Aminosäuren, die bereits aufgeschlossen sind. Magen und Darm werden nicht belastet.

Da die Aminosäuren nicht mehr im Darm aufgeschlossen werden müssen, beginnt die Aufnahme in den Blutkreislauf ohne jegliche Belastung von Magen und Darm bereits nach 10 Minuten, wohingegen die Verdauungszeit für Nahrungseiweiß, das zunächst in Aminosäuren aufgespalten werden muss, bei 3-6 Stunden liegt.

Je ähnlicher die Nahrungsproteine den Körperproteinen in ihrer Aminosäuren-Zusammensetzung sind, desto geringer ist auch der Aufwand des Körpers für die Umsetzung. Dies gilt insbesondere für den Gehalt an essenziellen Aminosäuren.

DAMINOC® gewährleistet, dass alle essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren im mengenmäßig exakten Verhältnis zueinander dem Körper zum Zeitpunkt der Proteinsynthese zur Verfügung stehen.

Die freie Form der Aminosäuren erleichtert die Aufnahme und unterstützt gleichermaßen die Bildung von nicht essenziellen Aminosäuren.

Der Vorteil gegenüber marktüblichen Produkten besteht neben der problemlosen Synthese, die dem Umstand der Übereinstimmung der bereitgestellten Zusammensetzung an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren mit der körpereigenen Zusammensetzung an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren geschuldet ist, auch darin, dass Lebensmittelallergien, Unverträglichkeiten, Laktoseintoleranzen und eine Über- oder Unterversorgung, die zumeist

auf der Inanspruchnahme von ungenügenden oder ungeeigneten Proteinquellen basieren, vermieden werden.

Auch bei einem fleischlosen oder proteinarmen Ernährungsregime gewährleistet DAMINOC® eine optimale Aminosäuren- und Energieversorgung mit einem geringen kalorischen Wert.

Die Vorteile einer Darreichung in Form einer Suspension gegenüber Tabletten und Kapseln liegen in der erleichterten Einnahme und schnelleren Aufnahme, insbesondere bei älteren Patienten oder Kindern. Während ältere Menschen häufig Schluckbeschwerden haben, sind Kinder oft nicht in der Lage, größere Volumina zu schlucken, wodurch die Einnahme von festen Arzneiformen wie Kapseln oder Tabletten erschwert ist.

DAMINOC® kann sowohl Speisen und Getränken als auch Futtermitteln beigemischt werden. Es muss sich aufgrund seiner Konsistenz und Darreichungsform nicht erst auflösen, und die Aufnahme tritt daher sehr schnell ein.

Die Bestimmung des Aminosäurenprofils der jeweiligen Spezies erfolgte anhand von Untersuchungen (Autopsien) von Muskelgeweben von Mensch, Hund, Katze und Pferd mittels Aminosäurenanalyse.

Die Zusammensetzung an Aminosäuren der Zielgewebe diente damit als Grundlage für die Entschlüsselung der Menge und Relationen an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren.

Hierbei wurde überraschend festgestellt, dass das Profil an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren sich in Bezug auf die verhältnismäßige Zusammensetzung lediglich im Hinblick auf die jeweilige Spezies (Mensch, Hund, Katze und/oder Pferd) voneinander unterscheidet, nicht aber innerhalb der jeweiligen Spezies.

Dies bedeutet, dass das Muskelgewebe des Hundes immer das verhältnismäßig gleiche Profil an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren aufweist, unabhängig von der Rasse. Gleiches gilt für die Katze, das Pferd und auch für den Menschen.

Die Untersuchungsergebnisse sind dem folgenden Tabellenwerk (4) zu entnehmen:

Tabelle 4

Profil der essenziellen & semiessenziellen Aminosäuren im Muskelfleisch										
Verhältnis in %	Isoleucin	Leucin	Lysin	Methionin	Phenylalanin	Threonin	Tryptophan	Valin	Arginin	Histidin
Mensch	12,40	14,67	19,83	4,55	9,50	7,64	2,27	11,78	12,60	4,75
Hund	9,31	16,56	18,08	6,14	8,70	9,34	2,58	10,04	13,81	5,45
Katze	9,57	16,04	17,97	6,09	8,21	8,99	2,61	10,14	13,14	7,25
Pferd	9,40	15,94	18,76	4,44	8,62	9,51	1,41	10,19	13,01	8,73

Quelle: Amino Acid Composition of Human Tissues (Bocobo, Skellenger, Shaw, Steele)

AGES Institut für Tierernährung und Futtermittel

Analog wird DAMINOC® artspezifisch in den folgenden Ausführungen bereitgestellt:

A-MINO® (für den Mensch)

A-DOG® (für den Hund)

A-KAT® (für die Katze)

A-HORSE® (für das Pferd)

Die Dosierung von DAMINOC® wird maßgeblich vereinfacht, da sich, abhängig vom Körpergewicht und dem Aktivitätslevel der jeweiligen Spezies, lediglich die mengenmäßige Einnahme- bzw. Fütterungsempfehlung in Form der Anzahl an täglichen,

Einzelportionen verändert, nicht jedoch die Art der Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung von DAMINOC® basiert ausschließlich auf biologisch natürlichen Inhaltsstoffen, wobei die, aus natürlichen Rohstoffen gewonnenen, freien, kristallinen und hypoallergenen L-Aminosäuren einem bakteriellen Fermentierungsprozess entstammen, und die mittelkettigen Triglyceride mit einem Mindestgehalt von 99 %, bezogen auf ihren Anteil an Octansäure (Caprylsäure; C8:0) als Energie- und Trägerkomponente fungieren, und sich diese als einzigartige Trägerkomponente nicht nur aus technologischer, sondern auch aus ernährungsphysiologischer und medizinischer Sicht eignen.

Aus Kokosnussöl gewonnene Caprylsäure (C8) wird zu Ketonen umgewandelt, unabhängig davon, ob man sich in einer Ketose befindet, eine ketogene Diät einhält oder nicht. Die Kombination aus essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren mit mittelkettigen Triglyceriden ist in sofern sinnvoll und neuartig, als mittelkettige Triglyceride unmittelbar zur Energiefreisetzung herangezogen werden können, und die zugeführten, essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren somit primär für die Proteinsynthese anstatt für die Energiebereitstellung zur Verfügung stehen.

Ein nur geringer Anstieg der Plasma-Caprylsäure-Spiegel um 1 mMol erhöht die Ketonproduktion um das Fünffache. Dies ist nicht zuletzt von Bedeutung für ketogene Ernährungsregimes, da Ketone hier die primäre Energiequelle sind.

DAMINOC® eignet sich aufgrund seines Gehalts an mittelkettigen Triglyzeriden nicht nur für den ketogenen Einsatzbereich, sondern aufgrund der ausschließlich auf pflanzlichen und natürlichen Komponenten basierenden Zusammensetzungen zur optimierten Proteinversorgung und Proteinsynthese gleichermaßen für Fleischesser, Vegetarier, Veganer, Flexitarier, Pescetarier und Frutarier.

DAMINOC® wird als diätetischer Proteinersatz oder zur „Aufwertung“ im Hinblick auf den Gehalt an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren als Beimischung zu oder Bestandteil eines Nahrungsmittels oder als Zusatzergänzung für alle Spezies (Mensch, Hund, Katze und/oder Pferd) eingesetzt und bietet ohne zwingende Umstellung der jeweiligen Essens- oder Fütterungsgewohnheiten eine sichere und einzigartige Möglichkeit, die Proteinsynthese des Körpers zu optimieren und dadurch die anthropometrischen Eigenschaften sowie die physikalische und physiologische Leistung zu verbessern.

Insbesondere eignet sich DAMINOC® bei Nahrungs- und Futtermittelunverträglichkeiten, Laktoseintoleranz, Allergien oder für den Einsatz in einem kalorienreduzierten Ernährungsregime zur Supplementierung des Aminosäurenbedarfs unter Meidung einer Belastung der Organe und/oder des Zellstoffwechsels.

Im Zuge einer Untersuchung von Alleinfuttermitteln für den Hund wurden sechs verschiedene Produkte unterschiedlicher Hersteller aus dem Hochpreissegment hinsichtlich ihres Gehalts und Profils an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren, gerechnet auf eine Futtermenge von 100 g analysiert. Die Ergebnisse wurden den in Tabelle 4 angeführten, im Muskelgewebe des Hundes festgestellten Werten bzw. der A-DOG Rezeptur für den Hund (S. 46) im Hinblick auf ihre

Zusammensetzung an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren gegenübergestellt (in Tabelle 5 als A-DOG bezeichnet).

Tabelle 5

	A-DOG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6
Isoleucin	9,31	0,84	0,89	0,58	0,28	0,49	0,30
Leucin	16,56	1,92	1,57	1,15	0,47	0,90	0,68
Lysin	18,08	1,58	1,46	0,72	0,50	0,86	0,57
Methionin	6,14	0,44	0,51	0,41	0,19	0,24	0,17
Phenylalanin	8,70	1,22	0,91	0,71	0,27	0,51	0,38
Threonin	9,34	0,90	0,92	0,53	0,29	0,49	0,34
Tryptophan	2,58	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Valin	10,04	1,32	1,11	0,68	0,35	0,62	0,49
Arginin	13,81	2,09	1,53	0,94	0,46	0,87	0,48
Histidin	5,45	0,73	0,50	0,35	0,18	0,37	0,23

Demnach liegen die, in den Futtermitteln analysierten Gehalte an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren nicht nur im Hinblick auf ihre Grammatik sondern auch ihr mengenmäßiges Verhältnis zueinander weit entfernt von den Werten, die mittels der artgerechten, A-DOG Rezeptur für den Hund (in Tabelle 5 als A-DOG bezeichnet) bereitgestellt werden.

Dieser Umstand ist nicht zuletzt der Verwendung von Proteinquellen minderer Qualität geschuldet.

Auf der Grundlage der abhängig vom Hundefutter jeweils limitierenden Aminosäure (Liebig'sches Prinzip) würden sich rechnerisch (Quotient des A-DOG Wertes dividiert durch den, im jeweiligen Futtermittel entsprechend festgestellten Aminosäurenwert) gemäß Tabelle 6 daher folgende Resultate ergeben:

Tabelle 6

	A-DOG	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6
Isoleucin	9,31	11,08	10,46	16,05	33,25	19,00	31,03
Leucin	16,56	8,63	10,55	14,40	35,23	18,40	24,35
Lysin	18,08	11,44	12,38	25,11	36,16	21,02	31,71
Methionin	6,14	13,96	12,04	14,98	32,33	25,59	36,13
Phenylalanin	8,70	7,13	9,55	12,25	32,20	17,05	22,88
Threonin	9,34	10,37	10,15	17,61	32,19	19,05	27,46
Tryptophan	2,58	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Valin	10,04	7,61	9,05	14,76	28,69	16,19	20,49
Arginin	13,81	6,61	9,03	14,69	30,02	15,87	28,77
Histidin	5,45	7,47	10,91	15,58	30,29	14,74	23,71

Bei Probe 1 ist gemäß Tabelle 6 Methionin die limitierende Aminosäure, womit das 13,96 fache an Futtermenge zu verabreichen wäre (1,396 kg), um an den Methioninwert von 100 g der, in A-DOG beinhalteten Mittelkettigen Triglyzerid und Aminosäurenmischung zu gelangen.

Bei Probe 2 ist gemäß Tabelle 6 Lysin die limitierende Aminosäure, womit das 12,38 fache an Futtermenge zu verabreichen wäre (1,238 kg), um an den Lysinwert von 100 g der, in A-DOG beinhalteten Mittelkettigen Triglyzerid und Aminosäurenmischung zu gelangen.

Bei Probe 3 ist gemäß Tabelle 6 Lysin die limitierende Aminosäure, wo mithin das 25,11 fache an Futtermenge zu verabreichen wäre (2,511 kg), um an den Lysinwertert von 100 g der, in A-DOG beinhalteten Mittelkettigen Triglyzerid und Aminosäurenmischung zu gelangen.

Bei Probe 4 ist gemäß Tabelle 6 Lysin die limitierende Aminosäure, wo mithin das 36,16 fache an Futtermenge zu verabreichen wäre (3,616 kg), um an den Lysinwert von 100 g der, in A-DOG beinhalteten Mittelkettigen Triglyzerid und Aminosäurenmischung zu gelangen.

Bei Probe 5 ist gemäß Tabelle 6 Methionin die limitierende Aminosäure, wo mithin das 25,59 fache an Futtermenge zu verabreichen wäre (2,559 kg), um an den Methioninwert von 100 g der, in A-DOG beinhalteten Mittelkettigen Triglyzerid und Aminosäurenmischung zu gelangen.

Bei Probe 6 ist gemäß Tabelle 6 Methionin die limitierende Aminosäure, wo mithin das 36,13 fache an Futtermenge zu verabreichen wäre (3,613 kg), um an den Methioninwert von 100 g der, in A-DOG beinhalteten Mittelkettigen Triglyzerid und Aminosäurenmischung zu gelangen.

Unter Beibehaltung der analysierten Verhältnisse zu den übrigen Aminosäuren würde die Zufuhr derart erhöhter Futtermengen wiederum zu einer Kollision mit den Werten dieser Aminosäuren führen, da die Aminosäurenproportionen in den Futtermitteln nicht mit den Verhältnissen des artgerechten Aminosäurenprofils übereinstimmen.

Darüber hinaus würde sich in Ermangelung des geeigneten Aminosäurenverhältnisses bei den Bezug habenden Futtermitteln eine unter Umständen völlig unkontrollierte und kontraproduktive Überfütterung ergeben, die auf Dauer insbesondere bei weniger aktiven, unter Übergewicht leidenden oder gesundheitlich bereits vorbelasteten Hunden zu einer Organbelastung bzw. -schädigung führen könnte.

Davon ausgehend, dass der Aufwand des Körpers für die Synthese von Nahrungsproteinen um so geringer ist, je mehr diese in Bezug auf ihre Aminosäurezusammensetzung dem Körperprotein ähneln, bedeutet dies im Umkehrschluss, dass die analysierten Futtermittel im Hinblick auf ihr Aminosäurenprofil bei Weitem nicht an die Wertigkeit der A-DOG Rezeptur für den Hund herankommen, da ihnen die Fähigkeit, den Bedarf an essenziellen und semiessenziellen Aminosäuren in ausreichendem Maß decken zu können, abzusprechen ist.

Die möglichen Folgen reichen insbesondere langfristig gesehen, wie bereits dargelegt von Mangelerscheinungen über Organbelastungen bis hin zu den unterschiedlichsten Krankheitsbildern.

Wie eingangs beschrieben sind auch bei Analysen von Futtermitteln für die Katze und das Pferd ähnliche Ergebnisse zu erwarten, da die Zusammensetzung der Produkte zumeist nicht artgerecht erfolgt.

So enthalten Katzenfutter meist zu wenig Fleisch, dafür aber Getreide, pflanzliche Nebenerzeugnisse und Zucker, die allesamt für die artgerechte Ernährung der Katze ungeeignet sind.

Katzen fehlt das nötige Enzym, um pflanzliche Proteine genauso gut zu verdauen wie tierische, zudem brauchen sie viel mehr Protein. Bei Kitten ist der Bedarf eineinhalb mal so groß wie bei Welpen, ausgewachsene Katzen benötigen sogar zwei- bis dreimal mehr Protein als erwachsene Hunde und daher auch mehr Aminosäuren (Deine Tierwelt, 2020).

Verschiedenen Studien zufolge leiden rund 50 Prozent der Pferde an Übergewicht, knapp 20 Prozent müssen als fettleibig eingestuft werden. Das Problem: Wie beim Menschen ist Übergewicht auch beim Pferd Auslöser für zahlreiche Folgeerkrankungen. Schuld daran ist einerseits ein völlig unpassendes Verhältnis zwischen Futterangebot und Bewegung. Andererseits ein falsches Idealbild, wie ein gesundes Pferd im optimalen Ernährungszustand aussehen sollte. (Sladky, 2018)

Die Qualität eines Pferdefuttermittels ergibt sich einerseits aus den Gehalten an Nährstoffen, Mineralstoffen und Vitaminen und andererseits durch die mikrobiologische Belastung. An Futtermitteln haften sehr häufig Bakterien, Pilze und Hefen. Bis zu einer bestimmten Menge gelten sie noch als harmlos.

Werden die Gehalte aufgrund verschiedener Ursachen jedoch zu hoch, kommt es zu körperlicher Belastung, die sich in weiterer

Folge in Symptomen wie Futterverweigerung, Husten, Kolik, Kotwasser und allergischen Reaktionen äußern kann.

Häufiger als ein allgemeiner Eiweißmangel ist eine zu knappe Versorgung mit essenziellen Aminosäuren, die dann ebenfalls den Aufbau und die Versorgung von Organen, Muskeln und Geweben beeinträchtigt. Steht nur eine dieser essenziellen Aminosäuren in ungenügender Menge zur Verfügung, wird der Aufbau von körpereigenen Eiweiß beeinträchtigt. Deshalb sollte man auf deren kontinuierliche Zufuhr achten (Stögmüller, Sladky, 2018).

Im Sinne einer Bereitstellung der artspezifischen, optimalen Aminosäurenkomposition in Kombination mit nicht belastendem, leicht verdaulichem MCT Öl zur Gewährleistung einer längeren aeroben Phase des Energiestoffwechsels eignet sich DAMINOC® in der, der jeweiligen Spezies entsprechenden Ausführung somit gleichermaßen zum Einsatz in der Katzen- und Pferdefütterung. DAMINOC® ist auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit geeignet, den individuellen Proteinbedarf zur Meidung von Massentierhaltungen und -schlachtungen abzudecken und der, damit einhergehenden Aufnahme von Hormonen, Hilfsstoffen und Medikamenten zu entgegen.

DAMINOC® ist frei von Konservierungsmitteln, Aroma- und Zusatzstoffen. Auf Füllstoffe, Kapsel- oder Tablettierungshilfen und Ummantelungen konnte im Hinblick auf die Darreichung in Form einer Suspension verzichtet werden.

DAMINOC® wird abhängig von der jeweiligen Spezies, deren Körpergewicht und Aktivitätslevel einmal bis mehrfach täglich zugeführt bzw. eingenommen, wobei es direkt oder in Kombination mit einer Mahlzeit, einem Getränk oder dem Futter verabreicht werden kann. Die Darreichung erfolgt mittels in Sachets verpackter Einzelportionen.