

Aminosäuren

Aminosäuren sind die Bausteine der Proteine. Proteine sind in der lebenden Natur in großer Vielfalt vorkommende Eiweiß-Stoffe, die sehr unterschiedliche Längen und Funktionen haben können. Ihre Entdeckung geht auf das Jahr 1838 zurück. Ein Proteinmolekül besteht aus einer Kette von Aminosäuren, die untereinander durch einen bestimmten Bindungstyp, die Peptidbindung, verknüpft sind. Proteinmoleküle können sehr unterschiedliche Eigenschaften haben. Sie reichen vom langen, faserigen, unlöslichen Typ, wie beim Haar und Bindegewebe, bis hin zum kompakten, wasserlöslichen Typ, der Zellmembranen passiert und chemische Reaktionen in Gang setzt. Sie alle sind große Moleküle mit Molekulargewichten von einigen tausend bis hin zu mehreren Millionen Mol. Sie sind für jede Art und für jedes Organ innerhalb einer Spezies kennzeichnend. Das in der Nahrung vorhandene Protein dient in erster Linie zum Aufbau und Erhalt von Zellen. Aber auch die im Protein vorhandene Energie kann genutzt werden. Sie entspricht mit fast vier Kalorien pro Gramm dem der Kohlenhydrate. Neben der Funktion der Zellerhaltung spielen Proteinmoleküle auch bei anderen wichtigen Körperfunktionen eine große Rolle. So ermöglichen sie z.B. die Muskelkontraktion, und die Verdauung ist ohne sie nicht denkbar: Enzyme sind Proteinmoleküle. Auch Hormone, die wichtige Körperfunktionen kontrollieren, sind Proteine. Ein Beispiel ist das Insulin, welches für den Zuckerspiegel im Blut verantwortlich ist. Die Antikörper des Immunsystems sind ebenfalls Proteinmoleküle; das Gleiche gilt für das Hämoglobin, das für den Sauerstofftransport im Blut zuständig ist. Die Chromosomen, Träger der Gene (der Erbinformationen und generell der Informationen für die Lebensfunktionen aller Zellen), bestehen aus Nukleinsäuren und Proteinen.

Die 20 verschiedenen Alpha-Aminosäuren

Neutrale Aminosäuren

- Glycin
- Alanin
- Serin
- Threonin essentiell
- Valin essentiell
- Leucin essentiell
- Isoleucin essentiell

Saure Aminosäuren

- Asparaginsäure
- Asparagin

Glutaminsäure

- Glutamin
- Basische Aminosäuren
- Arginin
- Lysin essentiell

Schwefelhaltige Aminosäuren

- Cystein
- Methionin essentiell

Aromatische Aminosäuren

- Phenylalanin essentiell
- Tyrosin

Heterozyklische Aminosäuren

- Tryptophan essentiell
- Histidin
- Prolin

Proteine

Sind hoch molekulare stickstoffhaltige Naturstoffe mit vielfältigen biologischen Funktionen; dementsprechend liegt der Proteinanteil in Zellen bei mehr als 70% der Trockenmasse. Bei saurer, bzw. enzymatischer Hydrolyse, zerfallen Proteine in einfache organische Verbindungen mit kleiner Molekülmasse - in die Grundbausteine Alpha-Aminosäuren (siehe Tabelle oben). Ihre Sequenz ist von Protein zu Proteinen unterschiedlich: Jede Eiweiß-Art besitzt dadurch ganz spezifische und charakteristische Eigenschaften. Die Aminosäuren werden nach ihrer Essentialität eingeteilt in nicht essentielle (entbehrliche) Aminosäuren, die im Körper gebildet werden können und als unspezifische Stickstoffquelle dienen, und essentielle (unentbehrliche = lebensnotwendige) Aminosäuren, die nicht oder nur in ungenügendem Ausmaß durch Biosynthese bereitgestellt werden können und daher Bestandteil der Nahrung sein müssen. Es gibt acht Aminosäuren, die mit der Nahrung zugeführt werden müssen (siehe Tabelle oben). Aminosäuren sind nicht nur als Bausteine von Proteinen von Bedeutung, sondern auch als Vorstufe für die Biosynthese einer Vielzahl biologisch und physiologisch wichtiger Verbindungen. Die Proteinverdauung Die Proteinverdauung beginnt im sauren Milieu des Magens. Die im Magensaft enthaltenen inaktiven Enzymvorstufen (Pepsinogene) werden unter Säureeinwirkung (pH 2 -4) in aktives Pepsin umgewandelt. Die endogene Protease (im Körper vorgehende Eiweisszersetzung) spaltet Nahrungsproteine in längere Bruchstücke. Im Dünndarm wird der Nahrungsbrei durch den Pankreassaft (Saft der Bauchspeicheldrüse) auf neutrale bis leicht alkalische Werte eingestellt. Die im Magen entstandenen Poly- (hochmolekularen) bzw. Oligopeptide (niedermolekularen Eiweissteile) werden dort durch die Enzyme Trypsin und Chymotrypsin weiter hydrolysiert (durch Wasser gespalten). Nur Aminosäuren in freier Form werden vom Blutkreislauf transportiert Aus dem Darmlumen werden dann sowohl freie Aminosäuren als auch Di- und Tripeptide resorbiert. Die Mikrovilli der Darmschleimhaut spaltet Di- und Tripeptide in freie Aminosäuren. Der Abtransport aus der resorbierenden Zelle erfolgt in jedem Fall in Form von freien Aminosäuren über die Pfortader zur Leber. Anders gesagt; die mit der Nahrung aufgenommenen Eiweiße werden im Verdauungstrakt hydrolysiert (mit Wasser gespalten) und gelangen in Form von freien Aminosäuren in den Blutkreislauf. Freie Aminosäuren müssen vom Magen nicht verdaut werden. Der Darm gibt sie direkt in den Blutkreislauf ab. Die Aminosäurezusammensetzung in der DNS Die Aufklärung der grundlegenden Prozesse bei der Proteinbiosynthese ist eine der größten Leistungen der Wissenschaft. Mit der Entschlüsselung des genetischen Codes konnten auch die Vorgänge, die bei der Proteinsynthese ablaufen, aufgeklärt werden. Die Information für die Aminosäurezusammensetzung eines Proteins, ist in Form der Nukleotidsequenz in der Desoxyribonukleinsäure (DNS) gespeichert. Die genetische Information wird im Zellkern in Ribonukleinsäure (RNS) umgeschrieben. Die RNS dient als Bote und wird deshalb auch messenger-RNS oder mRNS bezeichnet. Die Verfügbarkeit von Aminosäuren ist wichtig für eine gesunde Proteinbiosynthese. Vegetabile Proteine - schlecht resorbiert?

Die Bestimmung der Nettoresorption der Aminosäuren nach einer Standard-Testmahlzeit zeigte, dass diese nach drei Stunden zu 70-80% abgeschlossen war. Es ist wahrscheinlich, dass die Proteine aus tierischen Quellen leichter und schneller resorbiert werden, als vegetabile Proteine, bei denen in die Zellulosehülle die Aufnahme verzögert. Wenn die Nahrung einen großen Anteil an Faserstoffen enthält, kann die Verdauung weniger komplett sein. Bei Vegetarismus, unregelmäßiger Ernährung, Schwäche und Krankheit, kann die Einnahme von Aminosäuren empfohlen werden.

Vitamine

Sind organische Substanzen, die zur Aufrechterhaltung aller Körperfunktionen (Wachstum, Gesundheit, Fruchtbarkeit, Leistungsfähigkeit) notwendig sind. Da Vitamine in der Regel nicht vom menschlichen oder tierischen Organismus selbst hergestellt werden können, sondern mit der Nahrung dem Körper zugeführt werden müssen, bezeichnet man sie als essentielle (=lebensnotwendige) Mikronährstoffe. Dabei hat jedes Vitamin seine spezielle Aufgabe, die nicht von einem anderen Vitamin übernommen werden kann. Um einen ungestörten Verlauf aller physiologischen Funktionen aufrecht zu erhalten, müssen alle Vitamine regelmäßig zugeführt werden. Fehlt eine der Komponenten, treten Mangelercheinungen auf, die bei längerem Andauern auch zum Tode führen können. Anders als Kohlenhydrat, Eiweiß, Fett und Mineralstoffe, die dem Körper als Nähr- und Aufbaustoffe dienen, üben die Vitamine und Spurenelemente als sogenannte Wirkstoffe wichtige Funktionen bei allen Lebensvorgängen aus. Als Bestandteile von Enzymen (Fermenten) treten sie als Vermittler bei den verschiedenen Auf- und Abbauprozessen im Körper auf. Da Vitamine und Spurenelemente selbst nicht verbraucht werden, sondern nur nach einer gewissen Zeit ausgeschieden und erneuert werden, beträgt ihr Bedarf nur wenige Mikrogramm bis Milligramm pro Tag. Spurenelemente und Vitamine haben zwar ähnliche Funktionen, sie sind chemisch jedoch grundverschieden. Spurenelemente sind anorganisch, Vitamine organische Substanzen. Ganz sicher weiß man, dass eine Unterversorgung mit Vitaminen zu Leistungsstörungen, Krankheiten, schlechtem Wachstum, Störungen der Fortpflanzung und Anfälligkeit gegenüber Infektionskrankheiten und Parasitenbefall führt.

Wichtige Vitamine:

Vitamin A

Spielt eine wichtige Rolle beim Sehvorgang. Darüber hinaus hat Vitamin A eine Bedeutung für den Aufbau, Schutz und die Regeneration von Haut und Schleimhäuten, beeinflusst Gesundheit, Wachstum und Fruchtbarkeit und ist mitverantwortlich für die Erhöhung der körperlichen Widerstandskraft gegen Infektionskrankheiten und Parasitenbefall. Schließlich spielt Vitamin A eine Rolle bei der Regulation des Stoffwechsels von Kohlenhydraten, Eiweiß und Fett.

Vitamin D

Kommt in verschiedenen Formen vor. Beim Geflügel ist ausschließlich das Vitamin D3 von Interesse, da es hier gegenüber dem D2 eine wesentlich bessere Wirksamkeit besitzt. Vitamin D3 ist im entscheidenden Maße verantwortlich für die Regulierung des Calcium und Phosphorstoffwechsels, insbesondere für die Verbesserung der Calciumresorption durch die Darmschleimhaut und den Einbau von Calcium und Phosphor in die Knochen.

Vitamin E

Kommt ebenfalls in verschiedenen Formen vor. Die für die Tierernährung interessante Verbindung ist das α -Tocopherol. Die wichtigsten Eigenschaften von Vitamin E sind die Stabilisierung der ungesättigten Fettsäuren - Verhinderung von deren Oxydation zu toxischen (giftigen) Lipoperoxyden - und der Schutz des sauerstoffempfindlichen Vitamin A vor seiner oxydativen Zersetzung. Somit trägt Vitamin E zu einer Verbesserung der Vitamin A-Versorgung des Körpers bei. Darüber hinaus stellt Vitamin E einen Schutzfaktor für die Membran der roten Blutkörperchen dar. Ferner spielt Vitamin E eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Hodenfunktion und der Entwicklung des Embryos.

Vitamin K

Ist ein Sammelbegriff für K1, K2 und K3. Die wichtigste physiologische Aufgabe des Vitamin K ist die Regulation und Aufrechterhaltung der Prothrombinbildung (Blutgerinnungsfaktor).

Die folgenden 8 Vitamine des B-Komplexes (B1, B2, B6, B12, Folsäure, Nicotinsäureamid, Pantothensäure, Biotin) sind „Leistungsvitamine“.

Vitamin B1

Ist an der Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels beteiligt und mitverantwortlich für die normale Funktion von Gehirn, Nerven und Herzmuskel, sowie für die Aufrechterhaltung der normalen Bedingungen für Peristaltik (Darmbewegung), Fettresorption und Enzymaktivität.

Vitamin B2

Ist als Bestandteil sogenannter Flavinenzyme an der Energieübertragung und -gewinnung im Körper beteiligt. Damit greift es indirekt wie andere Vitamine des B-Komplexes in den Eiweiß-, Fett- und Nucleinsäurestoffwechsel ein.

Vitamin B6

Hat eine zentrale Bedeutung für den gesamten Eiweißstoffwechsel. Als Coenzym einer ganzen Reihe von Fermenten ist B6 für die Spaltung bzw. Synthese von Aminosäuren sowie für die Übertragung, den An- und Abbau der verschiedenen chemischen Bestandteile der Eiweißmoleküle unentbehrlich. Bei einer vermehrten Eiweißfütterung entsteht zwangsläufig ein höherer Bedarf an Vitamin B6. B6 ist außerdem für den Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel und den Stoffwechsel einiger Mineralien von Bedeutung.

Vitamin B12

Greift in eine Vielzahl von Stoffwechselprozessen ein, insbesondere in den Eiweißstoffwechsel und die Synthese der Aminosäuren. Ferner beeinflusst es den Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel. B12 ist Voraussetzung für die normale Blutbildung.

Folsäure spielt eine wichtige Rolle bei der Synthese von Aminosäuren und im Nucleinsäurestoffwechsel. Sie steht im engen Zusammenhang mit der Wirkung des B12 und ist wie dieses Vitamin am Aufbau der roten Blutkörperchen und des roten Blutfarbstoffes beteiligt. Folsäure fördert zudem die Antikörperbildung.

Nicotinsäure/-amid

Erfüllt eine wichtige Funktion bei der in den Körperzellen stattfindenden Energiegewinnung durch Wasserstoffübertragung. Damit sind sie an allen lebensnotwendigen Stoffwechselreaktionen der Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße beteiligt. An der Funktionserhaltung der Haut ist Nicotinsäure/-amid ebenso beteiligt, wie an den normalen Funktionen der Verdauungsorgane.

Pantothensäure

Nimmt als Bestandteil des Coenzym A (CoA) eine zentrale Stellung im Stoffwechsel der Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette ein. Das Acetyl- CoA ist Zwischenprodukt beim Abbau der Nährstoffe und Ausgangsprodukt etlicher synthetischer Schritte im Stoffwechsel. Ferner spielt Pantothensäure eine wichtige Rolle bei der Bildung des Acetylcholins, das als Überträgersubstanz für die Weiterleitung der Informationen an den Nervenenden verantwortlich ist. Schließlich übernimmt sie Aufgaben bei der Entgiftung des Körpers und beim Aufbau des roten Blutfarbstoffes.

Biotin

Ist an ein Enzym gebunden, mitverantwortlich für die Bildung von Fettsäuren und spielt eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der normalen Glucosekonzentration im Körper. Indirekt beeinflusst Biotin auch den Eiweißstoffwechsel.

Cholin

Nimmt eine zentrale Stellung im Stoffwechsel der Fette ein. Es ist für die Bildung von Lecithin und für den Transport der Fette unentbehrlich. Als Bestandteil des Acetylcholins (Überträgerstoff) ist es an der Erregungsübertragung der Nerven beteiligt. Außerdem ist Cholin Bestandteil der Knorpelzelle. Vitamin C ist unentbehrlich für die Bildung von Bindegewebe, Knochen und Knorpel und für die normale Funktion dieses Gewebes. Ferner ist es an verschiedenen Stoffwechselreaktionen beteiligt, steht in enger Verbindung mit den Vitaminen B, und E und stimuliert die Abwehrreaktionen des Körpers bei Infektionen und bei Stress.

Mineralstoffe und Spurenelemente

Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine sind eng mit dem Stoffwechsel der Nährstoffe verknüpft. Ohne ihre Anwesenheit ist weder die Umsetzung der Nährstoffe in Energie, noch die Bildung irgendeiner körpereigenen Substanz (Muskeln, Knochen, Federn usw.) möglich!

Einige Grundlagen

Unter Mineralstoffen und Spurenelementen verstehen wir anorganische (=unbelebte) Elemente, die im Boden, im Wasser (Meer-, Mineralwasser u. a.), aber auch in Futtermitteln (z. B. Körnerfutter) enthalten sind. Im Gegensatz zu den Mineralstoffen und Spurenelementen bezeichnen wir die Grundnährstoffe als organische (= belebte) Substanzen. Organische Bestandteile eines Futters oder eines Lebewesens gehen bei der Verbrennung vollständig in gasförmige Verbindungen über, während die anorganischen als "Rohasche" zurückbleiben. Mineralstoffe und Spurenelemente erlangen ihre Wirkung im Körper der Pflanzen und Tiere nicht als neutrale Teilchen, sondern als elektrisch geladene. Elektrisch geladene Teilchen (Atome, Moleküle) bezeichnen wir als Ionen.

Wichtige Mineralstoffe:

Kalzium

Ist sicher das mengenmäßig bedeutendste Element unter den Mineralstoffen. Es ist nicht nur wichtigster Baustein der Knochensubstanz und damit verantwortlich für die Belastbarkeit des gesamten Skeletts, sondern ist unentbehrlicher Bestandteil aller Gewebe und Organe und erfüllt als Betriebsstoff lebenswichtige Körperfunktionen. Alle Nerven und Gehirnteile enthalten Kalziumionen (Ca^{++}) in relativ hoher Konzentration. Die Informationsübertragung durch die Nerven und innerhalb des Gehirns findet nur unter Mitwirkung der Kalziumionen statt. So wichtige Funktionen wie die Beantwortung von äußeren Reizen (akustische, optische Signale usw.) durch z. B. Muskelbewegungen (Flucht u. ä.), die Steuerung der Extremitäten (Laufen, Fliegen) sowie der inneren Organe (Herz-, Lungen-, Nieren-, Verdauungstätigkeit u. a.) laufen ohne die Anwesenheit von Kalzium nicht ab. Selbst der Blutkreislauf könnte ohne Kalzium nicht funktionieren. Der komplizierte Prozess der Blutgerinnung ist ebenfalls nur mit Hilfe des Kalziums möglich. Des Weiteren ist Kalzium Bestandteil wichtiger Enzyme (Wirkstoffe) und besitzt eine entzündungshemmende Wirkung.

Phosphor

Der weitaus größte Teil des Körperphosphors befindet sich in Verbindung mit Kalzium und Magnesium im Skelett; der übrige Phosphor ist in der Muskulatur, im Gehirn, in der Leber und in den anderen Organen verteilt. Als Phosphorsäure (H_3PO_4) besitzt Phosphor eine überragende Bedeutung im Energiestoffwechsel. Die Erzeugung, Speicherung und Verwertung von Energie läuft über das energiereiche Phosphat „Adenosintriphosphorsäure“ (-triphosphat), kurz „ATP“ genannt. Es ist die einzige Form, in der im Körper Energie verwertet werden kann. Zur Speicherung von Energie werden drei Phosphorsäuremoleküle unter Abspaltung von Wasser (H_2O) an das Molekül „Adenosin“ gebunden.

Magnesium

Ist als Magnesiumphosphat am Aufbau des Knochens beteiligt. Etwa 50% des Körpermagnesiums sind auf diese Weise im Skelett gebunden. Das restliche Magnesium befindet sich in den Körperzellen und übernimmt dort wichtige Aufgaben im Stoffwechsel. Alle Enzyme, die am Energiestoffwechsel beteiligt sind, werden durch Magnesium aktiviert.

Natrium und Chlor

Die wichtigsten Aufgaben beider Elemente im Körper sind fast identisch, so dass sie auch gemeinsam besprochen werden sollen. Der größte Teil der Natrium- und Chloridionen befindet sich in der extrazellulären Flüssigkeit. Ihre Hauptaufgabe ist dort die Aufrechterhaltung eines bestimmten sogenannten „osmotischen Druckes“ (eine bestimmte Ionenkonzentration).

Kalium

während Natrium und Chlorid für einen konstanten „osmotischen Druck“ in der extrazellulären Flüssigkeit sorgen, ist das Kaliumion K^+ zusammen mit anderen Ionen für die Aufrechterhaltung des „osmotischen Druckes“ in den Zellen (intrazelluläre Flüssigkeit) verantwortlich. Kalium erfüllt allerdings zahlreiche weitere wichtige Aufgaben im Körper. So ist es mitverantwortlich für die Erregbarkeit der Muskelzellen und der Nerven, aktiviert verschiedene Enzymsysteme des Stoffwechsels, ist zur Biosynthese von Körpereweiß erforderlich und begünstigt die Speicherung von Glycogen (Reservestoff) in der Leber.

Wichtige Spurenelemente:

Eisen

Das Eisenion Fe^{2+} nimmt als Bestandteil der roten Blutkörperchen eine sehrwichtige Funktion ein. Gebunden an den roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) ist es dafür verantwortlich, dass der Sauerstoff von der Lunge über den Blutkreislauf zu den einzelnen Körperzellen gelangt, wo er für die „Verbrennung“ der Nährstoffe benötigt wird. Das bei der „Verbrennung“ entstandene Abfallprodukt Kohlendioxid(CO_2)wird sozusagen auf dem Rückweg ebenfalls mit Hilfe des Eisenions von den Zellen zu der Lunge transportiert.

Kupfer

Das Kupferion (Cu^{2+}) ist als Kupferprotein (an Eiweiß gebunden) in der Muskulatur, in der Leber und im Skelett enthalten. Kupfer ist Bestandteil einiger Enzyme und deshalb verantwortlich für zahlreiche Stoffwechsellleistungen.

Zink

Ist als Ion Zn^{2+} Bestandteil der Knochen. Es befindet sich an Eiweiß gebunden in der Grundsubstanz (Plasma) der Zellen und ist in einigen Hormonen enthalten. Man vermutet, dass Zink bei der Speicherung des Insulins eine Rolle spielt (Insulin regelt als Hormon die Zuckerkonzentration des Blutes).

In Teilen des Auges wurden ebenfalls hohe Zinkkonzentrationen festgestellt: Zink-Eiweiß-Komplexe sollen an photochemischen Prozessen in der Netzhaut beteiligt sein. Schließlich werden zahlreiche Enzyme durch Zink aktiviert.

Kobalt

(Co^{2+}) ist Bestandteil des Vitamins B12 (Cyanocobalamin) und spielt somit eine bedeutende Funktion bei der Bildung der roten Blutkörperchen sowie im Eiweißstoffwechsel.

Mangan

Ist in Form leichtlöslicher Komplexe, z.B. an Proteinen gebunden und in fast allen Organen des Körpers zu finden. Als Mn^{2+} -Ion ist es an einer Reihe von Enzymsystemen beteiligt. Es spielt eine überragende Rolle im Energiestoffwechsel bei der Übertragung der energiereichen Phosphorsäure.

Molybdän

Ist lebensnotwendig, da es in einigen Enzymen enthalten ist. Der Bedarf ist allerdings äußerst gering. Anders als die übrigen Metallionen wird Molybdän nicht als Kation Mo^{2+} , sondern als Anion (MoO_4^{2-}) resorbiert. In dieser Form wird es gut aufgenommen, aber auch schnell wieder über die Niere abgegeben.

Jod

Der größte Teil des im Körper enthaltenen Jods befindet sich in der Schilddrüse. Hiervon entfallen 99 Prozent auf organische Verbindungen (Schilddrüsenhormone) und nur 1 Prozent auf freies Jodid (J^-). Jod wird als Jodid mit der Nahrung aufgenommen.

Es wird bereits im Magen sehr rasch resorbiert, in der Schilddrüse konzentriert und dort innerhalb weniger Stunden zu den Schilddrüsenhormonen Thyroxin und Trijodthyroxin aufgebaut. An ein Eiweißmolekül gebunden, als sogenanntes Thyreoglobulin - Kolloid, werden die Hormone in der Schilddrüse gespeichert, bis sie bei Bedarf als Hormon an das Blut abgegeben werden. Etwa ein Drittel des in den abgebauten Hormonen enthaltenen Jods wird zur Synthese neuer Hormone wieder verwendet.