

# Aminosäuren: grundlegende Bausteine

Alfons Meyer

## Zusammenfassung

Etwa die Hälfte der lebenswichtigen Aminosäuren muss der Mensch mit der Nahrung zuführen. Die übrigen Aminosäuren vermag er z.B. durch Transaminasereaktionen hauptsächlich in der Leber zu produzieren. Alle Aminosäuren sind biochemisch Aminocarbonsäuren. Neben der Säureamid-Reaktion der Aminosäuren untereinander zur Bildung von Peptiden (z.B. Glutathion) und Proteinen, ermöglichen ihre reaktiven Gruppen weitere lebenswichtige biochemische Reaktionen. So führt die Decarboxylase-Reaktion zu den bedeutenden biogenen Aminen, die Abtrennung der Aminogruppe zur Bildung der  $\alpha$ -Ketosäuren, die Transaminierung zur Bildung neuer Aminosäuren und die Reaktion mit einer weiteren Aminogruppe zur Amidbildung.

## Schlüsselwörter

Aminosäuren, Glutamat, GABA, Taurin, Glutathion

Biochemische Zusammenhänge sind Voraussetzung und Grundlage einer orthomolekularen Therapie. Daher werden hier die wichtigsten biochemischen Grundlagen sowohl der Aminosäuren, als auch ihrer Reaktionen untereinander kurz erörtert.

In der Uratmosphäre beherrschten Schadstoffe und Stickoxide als Überbleibsel des „Urknalls“ das Universum. Wie konnte dennoch daraus Leben entstehen? Führt man Formaldehyd und Blausäure im Reagenzglas zusammen, so entsteht in der Tat Glycin, die kleinste Aminosäure, als grundlegender Baustein aller anderen Aminosäuren. Glycin geht also aus den Molekülen der Uratmosphäre hervor. Das hierzu ebenfalls notwendige Wasser entstammt den beim „Urknall“ zusammengeführten Molekülen Wasserstoff und Sauerstoff (► Abb. 1).



Wir alle sind aus Sternenstaub. Ohne Aminosäuren gäbe es kein Leben, wie wir es kennen.  
© Carola Radke, Museum für Naturkunde Berlin

Alle weiteren Aminosäuren leiten sich vom Glycin als chemischem Grundgerüst mit ihren funktionellen Gruppen ab und unterscheiden sich nur durch einen Rest, der am sog.  $\alpha$ -C-Atom gebunden ist. Die reaktiven Gruppen bilden einerseits die **Aminogruppe** ( $-\text{NH}_2$ ) und andererseits die **Carboxylgruppe** ( $-\text{COOH}$ ). Generell reagiert die Carboxylgruppe als Säure, denn sie kann leicht ein Wasserstoffion ( $\text{H}^+$ ) abgeben und die Aminogruppe, die gerne Wasserstoffionen aufnimmt, reagiert basisch.

## Einteilung der Aminosäuren

Aminosäuren, die jeweils eine Carboxyl- und eine Aminogruppe besitzen, werden als neutrale Aminosäuren bezeichnet, wie Glycin, Alanin, Serin, Threonin, Valin, Leucin und Isoleucin. Die schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein, Cystin und Methionin sind wichtige Zellentgifter, reagieren aber sauer, da sie bei der Bindung z.B. mit Schwermetallen ein Wasserstoffion abgeben.

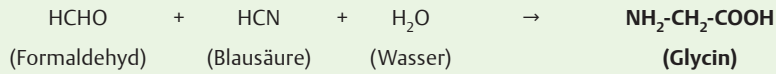
Saure Aminosäuren besitzen hingegen zwei Carboxyl- und nur eine Aminogruppe, wie Glutamat und Asparaginsäu-

re. Im umgekehrten Fall (zwei Amino- und nur eine Carboxylgruppe) zeigen Aminosäuren einen basischen Charakter, wie Arginin, Lysin und Hydroxylysin. Sie sind daher für die Matrix bedeutend, die als größter Protonenpuffer den Körper vor Übersäuerung schützen soll. Je nach Rest, der an dem  $\alpha$ -C-Atom anhängig ist, teilt man die Aminosäuren weiterhin in aliphatische, aromatische und heterozyklische Aminosäuren ein.

**Aminosäuren können durch ihre reaktiven Gruppen in verschiedenster Weise reagieren.**

Von den etwa 21 wichtigsten Aminosäuren ist knapp die Hälfte essenziell, d.h., sie müssen mit der Nahrung zugeführt werden. Zu ihnen gehören Methionin, Valin, Leucin, Isoleucin, Threonin, Tryptophan, Histidin, Lysin und Phenylalanin. Die anderen Aminosäuren kann der Mensch selbst produzieren. In diesem Rahmen spielt die Leber eine bedeutende Rolle.

Wird einer Aminosäure die Aminogruppe entnommen, entsteht eine Keto-säure. Wird umgekehrt eine Aminogrup-



► **Abb. 1** Bildung der kleinsten Aminosäure (Glycin) aus Substanzen der Uratmosphäre.

pe auf eine **Ketosäure** übertragen, so entsteht eine neue Aminosäure.

Bei den Transaminase-Reaktionen in der Leber wird dem Glutamat die Amino-Gruppe entzogen und Vitamin-B<sub>6</sub>-abhängig auf eine α-Ketosäure, dem Oxalacetat (GOT) oder dem Pyruvat (GPT) übertragen (► **Info 1**). Aus Glutamat entsteht somit die Ketosäure α-Ketoglutarat. Aus Pyruvat wird eine neue Aminosäure, das Alanin. Durch Übertragung der Amino-Gruppe auf die Ketosäure Oxalacetat entsteht schließlich eine weitere Aminosäure, das Aspartat. Oxalacetat sowie α-Ketoglutarat entstammen dabei dem Citratzyklus (► **Abb. 2**).

Die **GOT**-Reaktion verläuft in den Mitochondrien, die **GPT**-Reaktion vorwiegend im Plasma der (Leber)Zelle. Wird eine Aminogruppe mit Hilfe des Enzyms Glutamat-Dehydrogenase auf α-Ketoglutarat übertragen, entsteht folglich wieder die Aminosäure Glutamat, was gleichzeitig zur Ammoniakentgiftung beiträgt. Diese Reaktion ist leberspezifisch und mitochondrial. Wird eine weitere Aminogruppe auf Glutamat übertragen, entsteht **Glutamin** (► **Abb. 3**).

Im Darm dient Glutamin wegen des hohen Gehalts an Stickstoff als wichtigste energieliefernde Substanz zur Regeneration des Darmepithels. Daher ist es sinnvoll, Glutamin u. a. bei Morbus Crohn und Colitis ulcerosa einzusetzen.

Ebenso wird Glutamin für die DNA-Synthese benötigt, da sich häufig teilende Zellen generell einen höheren Bedarf an Glutamin besitzen. Das Gleiche gilt für den Schutz bzw. zur Regeneration der Darmzellen während und nach einer Chemotherapie. Außerdem gewinnen die Neuronen des ZNS Glutamat enzymatisch aus dem von zentralen Gliazellen bereitgestellten Glutamin.

**Aus Aminosäuren gehen die wichtigsten Neurotransmitter und Zellregulatoren hervor.**

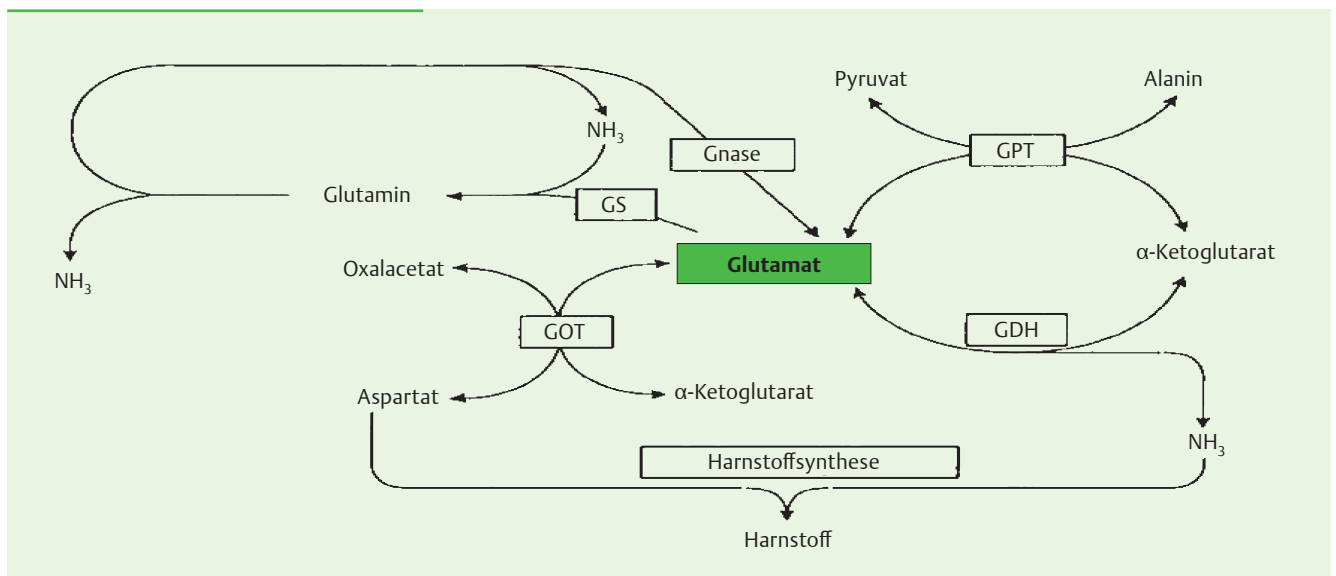
**Glutamat** vermag in der Eigenschaft als saure Aminosäure zentral Ammoniak zu entgiften und stellt zugleich den wichtigsten exzitatorischen (anregenden) Neurotransmitter dar. Seine Eigenschaft als Appetitanreger hat ihn als Geschmacksverstärker im negativen Sinn

**GOT und GPT – AST und ALT** 1

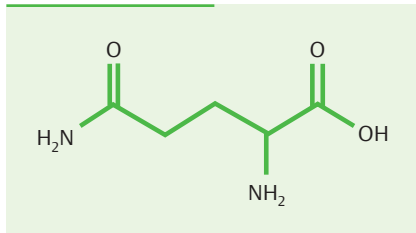
Die beiden Leberenzyme Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) und Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) sind wichtige Laborparameter zur Beurteilung der Leberfunktion. Sie werden heute auch als Aspartat-Aminotransferase (AST) bzw. Alanin-Aminotransferase (ALT) bezeichnet, doch haben sich diese Bezeichnungen nicht durchgesetzt.

bekannt gemacht, der gleichzeitig auch das Sättigungsgefühl hemmt. Dennoch ist Glutamin/Glutamat die häufigste Aminosäure im Organismus, ohne die wir keinen klaren Gedanken fassen könnten.

Sein stärkster Gegenpart, der inhibitorische (hemmende) Neurotransmitter **Gammaaminobuttersäure** (GABA), geht durch nur eine einzige Reaktion, einer Vitamin-B<sub>6</sub>-abhängigen Decarboxylase-Reaktion, aus Glutamat hervor. Sie sorgt für einen erholsamen Schlaf durch Abschirmung des N-Methyl-D-Aspartat(NMDA)-Rezeptors. Biochemisch stellt GABA das biogene Amin des Glutamats dar. Weitere wichtige **biogene Amine**, die durch eine Decarboxylase-Reaktion, also dem Abtrennen der Carboxylgruppe von der Aminosäure hervorgehen, sind z.B. Histamin aus Histidin, Serotonin aus 5-Hydroxytryptophan, Dopamin aus Dihydroxyphenylalanin.



► **Abb. 2** Citratzyklus: Hier findet der Ab- und Umbau von Amino- aber auch von Fettsäuren und Kohlenhydraten statt (nach Rehner/Daniel).



► **Abb. 3** Glutamin unterstützt z. B. die Funktionen des Darmepithels.

In mehreren Reaktionsschritten entsteht aus Cystein die Aminosäure **Taurin**. Einen hohen Gehalt an Taurin findet man in den Granulozyten, da Taurin neben der Stimulation von NK-Zellen einen antioxidativen Schutz vor dem „respiratory burst“ bietet, d.h. der Freisetzung von Sauerstoffradikalen. Antikonvulsive und antiarrhythmische Eigenschaften durch Stabilisierung der Membranleitfähigkeit für Kalium- und Kalzium-Ionen lassen Taurin auch in der Behandlung der Herzrhythmusstörung und Epilepsie zum Einsatz kommen (0,5–3 g/d).

Taurin ist an der Entgiftung toxischer Verbindungen (z. B. Ozon und Formaldehyd) beteiligt und zudem essenziell für den Gallensäurestoffwechsel und die Fettresorption ( $3 \times 1$  g/d). Taurin fördert die GABA-Bereitstellung und findet daher neben Methionin auch Einsatz bei Schlafstörungen, innerer Unruhe, Neurostress und Burn-out.

Als Glutamat-NMDA-Rezeptor-Antagonist kann Taurin zusätzlich beim Morbus Alzheimer eingesetzt werden.

### Wichtige Entgiftungsreaktionen sind ohne Aminosäuren nicht möglich.

In der Phase II der Leberentgiftung spielt **Glutathion** (GSH) eine wichtige Rolle. GSH ist ein Peptid aus den Aminosäuren Glycin, Cystein und Glutamat. GSH entgiftet die Körperzelle von Schwermetallen und ist der stärkste körpereigene Scavenger (Radikalfänger) im wässrigen Milieu.

Verbrauchtes Glutathion wird enzymatisch mit Hilfe von Vitamin B<sub>2</sub> und Niacin „recycelt“. Reduziertes Glutathion als stärkste körpereigene Waffe gegen Krebs und Umweltgifte bremst zudem das Tumorwachstum und die Metastasierung, reaktiviert verbrauchte Antioxid-

anzien und schützt die Mitochondrien vor oxidativen Schäden. In der Leber wird Glutathion magnesiumabhängig gebildet. Die synthetisierte Menge hängt dabei von der Cysteinzufuhr aus der Nahrung ab.

Zu beachten ist, dass hohe Dosen von Cystein durch die Verbindung zweier Cysteinmoleküle zum Cystin agglutinieren können. Sind die Cystinspiegel im Urin dauerhaft erhöht, steigt das Risiko der Nieren- oder Harnsteinbildung.

Die Glutathionsynthese hängt eng mit der Vitamin-C-Zufuhr zusammen, sodass eine zu geringe Zufuhr eine Abnahme der Konzentration des Gesamtglutathions und des Verhältnisses von reduziertem zu oxidiertem Glutathion im Plasma zur Folge hat. Ein Glutathionmangel verringert zusätzlich die Anzahl der CD8-Immunzellen und beeinträchtigt die zytotoxische T-Zellaktivität auf zellulärer Ebene. Wichtige Kofaktoren des Glutathionstoffwechsels sind Selen, Vitamin B<sub>2</sub> und Niacin.

Eine seit langem zu beobachtende Verschiebung des Verhältnisses von reduziertem zu Gunsten des oxidierten Glutathions ist vorwiegend auf die Zunahme von Umweltgiften zurückzuführen.

Aminosäuren sind Aufbaustoffe und werden dementsprechend vorwiegend anabol verstoffwechselt, können jedoch zu 10% auch katabol, primär glukogen, teils auch ketogen zur Energiegewinnung abgebaut werden.



**Alfons Meyer**  
Kaiser-Friedrich-Ring 77  
65185 Wiesbaden

Facharzt für  
Allgemeinmedizin,  
Notfallmedizin,  
Naturheilverfahren

und Akupunktur. Nach dem Studium der Biologie/Chemie und Medizin erfolgte 1992 die Niederlassung in Wiesbaden. Dozent für ärztliche Akupunkturausbildung sowie in der Weiterbildung im Zentralverband der Ärzte für Naturheilverfahren. Veröffentlichungen über Johanniskraut, biologische Krebsmedizin, Säure-Base-Haushalt, Immunologie und Impfung.

info@alfons-meyer.de

### Online

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1248847>

### Literatur

- 1 Arndt K, Albers T. Handbuch Protein und Aminosäuren. Arnberg: Novagenics; 2001
- 2 Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemie. 5. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 2003; 695, 731ff
- 3 Beyer mann K. Chemie für Mediziner. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1979: 46ff
- 4 Biesalski HK, Fürst P, Kasper H, Hrsg. Ernährungsmedizin. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1999: 91ff
- 5 Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K, Hrsg. Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Stuttgart: Thieme; 2002: 539ff
- 6 Dietl H, Gesche M. Herzaktive Nährstoffe. 2. Aufl. Balingen: Spitta; 1999: 132ff
- 7 Gröber U. Orthomolekulare Medizin, ein Leitfaden für Mediziner und Ärzte. Stuttgart: Wissenschaftl. Verlags-Ges.; 2002: 146ff
- 8 Janeway CA, Travers P. Immunologie. 5. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 2002
- 9 Klinker, R, Silbernagl S, Hrsg. Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2000: 365ff
- 10 Kyberg. Aminosäuren – ihre Bedeutung in der Ernährung und Therapie. Köln: Ralf Reglin Verlag; 2000
- 11 Löffler G, Petrides PE. Biochemie und Pathobiochemie. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer; 1998: 521ff
- 12 Ohlenschläger G. Freie Radikale, Oxidativer Streß und Antioxidantien. Köln: Ralf Reglin Verlag; 1995
- 13 Ohlenschläger G. Journal für Orthomolekulare Medizin 1997: 174ff
- 14 Reglin F. Bausteine des Lebens. Köln: Ralf Reglin Verlag, 2003
- 15 Rehner G, Daniel H. Biochemie der Ernährung. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 2002: 221, 228ff, 269ff, 283, 435ff
- 16 Voet D, Voet JG. Biochemie. Weinheim: VCH; 1994: 21, 57ff
- 17 Vorlesungsskript Immunologie und Infektiologie. Uniklinik Düsseldorf; 2007