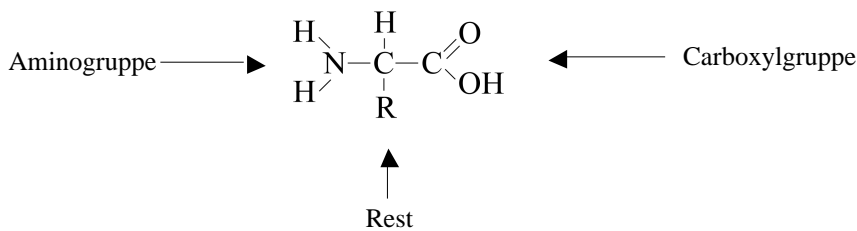


PROTEINE

Proteine sind **Makromoleküle**, die aus vielen **Aminosäuren** zusammengesetzt sind.

Alle 20 Aminosäuren, die es in der Natur gibt, haben den folgenden Grundaufbau:



Links sehen wir die **Aminogruppe**, die aus einem Stickstoff- und zwei Wasserstoffatomen besteht. Daher kann man auch **NH₂-Gruppe** dazu sagen.

Rechts im Molekül kann man die **Carboxylgruppe** erkennen, die aus einem Kohlenstoffatom besteht, welches über eine Doppelbindung mit einem Sauerstoffatom sowie über eine Einfachbindung mit einer **Hydroxylgruppe** (-OH) verbunden ist. Zur Carboxylgruppe kann man auch **COOH-Gruppe** sagen.

Das mittlere C-Atom der Aminosäure ist außerdem noch mit einem Wasserstoffatom verbunden. Und jetzt kommt das Wichtigste: Der Rest ist der **variable Teil** der Aminosäuren. Da es in der Natur 20 verschiedene Reste gibt, existieren auch genau 20 verschiedene Aminosäuren. Die einfachste Aminosäure ist das **Glycin**, bei der der Rest nur aus einem H-Atom besteht. Beim **Alanin**, der nächstkomplizierten Aminosäure, besteht der Rest aus einer Methyl-Gruppe (CH₃).

Die Übersicht auf der nächsten Seite zeigt alle 20 Aminosäuren, die es in der Natur gibt. Im Labor kann man weitere Aminosäuren herstellen, doch sind diese Kunstprodukte für die Biologie recht uninteressant.

Makromoleküle sind Moleküle, die aus vielen gleichen oder verschiedenen Bausteinen aufgebaut sind.

Beispiele aus der Biologie:

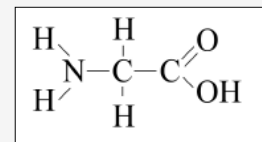
Zellulose, besteht aus Tausenden von Glucose-Molekülen.

Proteine, bestehen aus Hunderten oder Tausenden von Aminosäuren

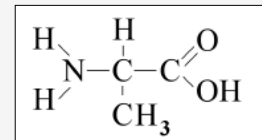
RNA und DNA bestehen aus Hunderten oder Tausenden von Nucleotiden.

Beispiele aus der Technik:

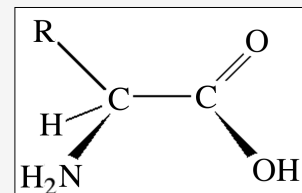
PVC, besteht aus Tausenden von Vinylchlorid-Molekülen.



Glycin, die einfachste Aminosäure. Bei ihr besteht der Rest nur aus einem Wasserstoffatom.



Alanin, die nächsteinfache Aminosäure. Der Rest besteht hier aus einer Methylgruppe, zu der man auch CH₃-Gruppe sagen kann.



Das gemeinsame Grundgerüst aller Aminosäuren aus einer anderen Perspektive. Die Aminogruppe befindet sich auf dieser Zeichnung links unten, die Carboxylgruppe wieder rechts. Der Rest wurde diesmal links oben eingezeichnet. Es handelt sich aber um das gleiche Molekül wie in der Abbildung im Text!

DIE 20 AMINOSÄUREN

Die Einteilung in Aminosäuren mit hydrophilen und hydrophoben Resten sowie neutrale Aminosäuren, deren Rest weder hydrophil noch hydrophob ist, mag ja für manche Fragestellungen ganz sinnvoll sein.

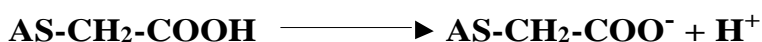
Viel wichtiger aber ist die Frage, ob eine Aminosäure sauer, basisch oder neutral ist.

SAURE UND BASISCHE AMINOSÄUREN

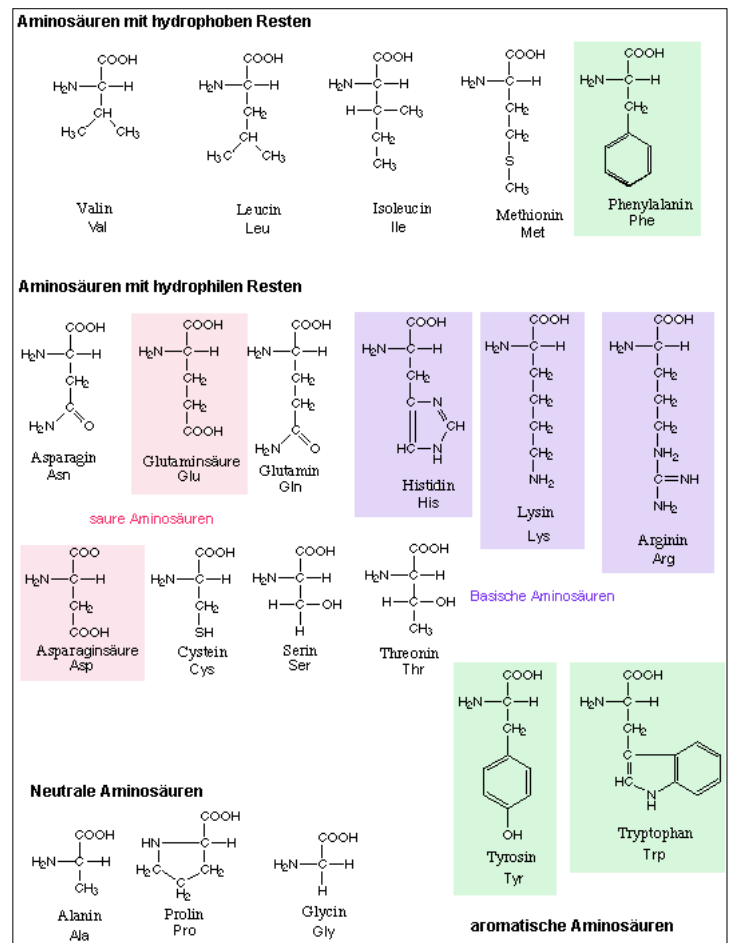
Glutaminsäure und Asparaginsäure gehören zu den sauren Aminosäuren, während Histidin, Lysin und Arginin zu den basischen Aminosäuren zählen. Alle anderen 15 Aminosäuren können als neutral bezeichnet werden. Diesmal bedeutet der Begriff "neutral", dass die Aminosäure weder sauer noch basisch reagiert.

Saure Aminosäuren haben alle eine zweite Carboxylgruppe im Rest! Eine COOH-Gruppe kann ihr H-Atom in Form eines Protons abgeben, zurück bleibt dann eine negativ geladene COO⁻-Gruppe.

Betrachten wir uns die Asparaginsäure einmal näher. Der Rest der Asparaginsäure besteht aus einer CH₂-Gruppe und einer Carboxylgruppe:



Nach der Abgabe des Protons ist der Rest der Aminosäure negativ geladen! Diese Ladung hat sehr wichtige Konsequenzen für die Struktur und die Funktion eines Proteins, wie wir noch sehen werden.



Säuren und Basen

Aus dem Chemieunterricht sollte noch folgendes bekannt sein:

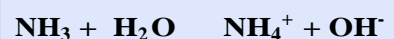
Säuren sind Protonendonatoren, d.h., ein Säuremolekül ist in der Lage, ein positiv geladenes Wasserstoffteilchen, ein Proton, abzugeben. Zurück bleibt dann ein negativ geladener Säurerest.

Basen dagegen sind Protonenakzeptoren, sie können also ein Proton aufnehmen und werden dadurch zu einem positiv geladenem Ion.

Beispiele:



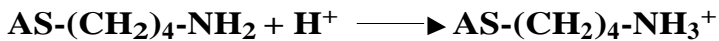
Hier ist Chlorwasserstoff die Säure, und Wasser die Base. HCl gibt ein Proton ab, Wasser nimmt eins auf.



Hier ist Ammoniak die Base, und Wasser die Säure. Ammoniak nimmt ein Proton auf, Wasser gibt eins ab.

Kommen wir jetzt zu den basischen Aminosäuren und betrachten wir uns das Lysin näher. Der Rest des Lysins besteht aus vier CH₂-Gruppen und einer Aminogruppe, er kann als -CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-NH₂ notiert werden, oder kürzer als -(CH₂)₄-NH₂

Die Aminogruppe kann nun leicht ein Proton aufnehmen:



Nach der Aufnahme des Protons ist der Rest der Aminosäure positiv geladen! Auch diese positive Ladung hat sehr wichtige Konsequenzen für die Struktur und die Funktion eines Proteins.

Ob eine saure Aminosäure ein Proton abgibt bzw. ob eine basische eins aufnimmt, hängt natürlich von dem Außenmedium ab, in dem sich die Aminosäuren befinden.

DIE PEPTIDBINDUNG

Auf dem Bild rechts erkennt man sofort, was passieren könnte, wenn sich zwei Aminosäuren begegnen. Die linke Aminosäure gibt eine OH-Gruppe ab, die rechte Aminosäure ein einzelnes H-Atom. Zusammen ergibt das ein Wassermolekül.

Warum sollten zwei Aminosäuren das machen? Das Wassermolekül ist ein chemisch sehr stabiles Gebilde, und bei der Bildung eines Wassermoleküls wird ziemlich viel Energie frei (man denke nur an die spektakuläre Knallgasreaktion). Somit gilt: Zwei einzelne Aminosäuren enthalten zusammen mehr Energie als ein Dipeptid und ein Wassermolekül zusammen. Daher wird dieser Zustand niedriger Energie freiwillig angestrebt.

Die chemische Bindung zwischen dem C-Atom der linken Aminosäure und dem N-Atom der rechten Aminosäure bezeichnet man auch als "**Peptidbindung**". Ein **Dipeptid** ist das **Kondensationsprodukt** aus zwei Aminosäuren, ein Tripeptid besteht aus drei Aminosäuren. Allgemein bezeichnet man Peptide aus 2 bis 20 Aminosäuren als Oligopeptide. Ein Polypeptid besteht aus 20 bis 100, und ein Protein aus vielen Hundert bis Tausend Aminosäuren.

Merke

Saure Aminosäuren können an das umgebende Medium ein Proton abgeben und erhalten dadurch eine negative Ladung.

Basische Aminosäuren können aus der Umgebung ein Proton aufnehmen und werden dann positiv.

Das Außenmedium ist für eine Aminosäure sehr wichtig

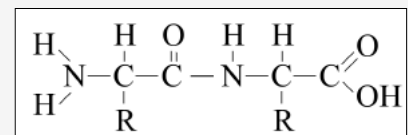
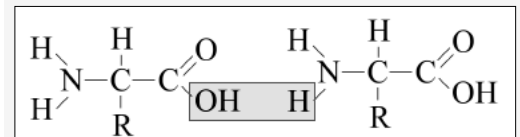
Saures Außenmedium

In dem Außenmedium befinden sich schon recht viele Protonen. Für eine Aminosäure ist es also recht schwer, wenn sie ein Proton abgeben soll. Die Protonenaufnahme der basischen Aminosäuren wird dagegen erleichtert, wenn sich im Medium schon viele Protonen befinden.

Basisches Außenmedium

Im Außenmedium herrscht ein Protonenmangel. Saure Aminosäuren können daher recht leicht ein Proton abgeben, während basische Aminosäuren Schwierigkeiten bei der Protonenaufnahme haben.

Zustand hoher Energie, ungünstig



Zustand niedriger Energie, günstig, wird daher angestrebt.

DIE PRIMÄRSTRUKTUR

Unter der **Primärstruktur** eines Proteins versteht man die *Reihenfolge der Aminosäuren* oder die *Aminosäuresequenz*.

Bei einem Dipeptid gibt es bereits 400 verschiedene Primärstrukturen (20 x 20), z.B. Gly-Gly für Dipeptid aus zwei Glycin-Monomeren oder Gly-Ala für die Kombination Glycin-Alanin. Bei einem Oligopeptid sind bereits Millionen verschiedener Primärstrukturen möglich, und bei einem Polypeptid ist die Zahl astronomisch groß.

Nun eine kleine Aufgabe:

Haben die beiden Dipeptide Gly-Ala und Ala-Gly die gleiche Primärstruktur, oder handelt es sich tatsächlich um zwei verschiedene Dipeptide?

Nach einigem Nachdenken finden wir die Lösung: Ein Peptid zwei definierte Enden: ein **Aminoende** und ein **Carboxylende**. Damit unterscheiden sich die beiden Dipeptide Gly-Ala und Ala-Gly, denn bei Gly-Ala ist der N-terminale Rest ein H-Atom, während bei Ala-Gly der N-terminale Rest eine Methylgruppe ist.

Bevor wir mit den Sekundärstrukturen weitermachen, wollen wir noch ein wichtiges experimentelles Verfahren kennenlernen, die Elektrophorese.

Die Elektrophorese

Eine neutrale Aminosäure, die sich in einem sauren Medium befindet, kann leicht Protonen aufnehmen und an ihre Aminogruppe anlagern. Basische Aminosäuren können sogar zwei Protonen aufnehmen (warum?).

Eine neutrale Aminosäure, die sich in einem basischen Medium befindet, kann dagegen leicht Protonen abgeben, denn im Medium herrscht Protonenmangel. Saure Aminosäuren können sogar zwei Protonen abgeben (wieso?).

Bei der Elektrophorese gibt man die in Wasser gelösten Aminosäuren auf ein rechteckiges feuchtes Stück Filtrierpapier, und dann setzt man das feuchte Papier einem elektrischen Feld aus, indem man auf dem einen Ende einen Pluspol und auf dem anderen Ende des Papiers einen Minuspol anbringt und beide Pole mit einer Gleichspannungsquelle verbindet.

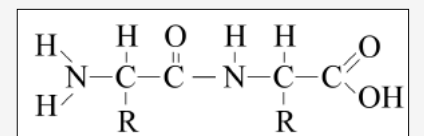
Wenn man den Strom einschaltet, werden die positiv geladenen Aminosäuren von dem Minuspol angezogen, und die negativ geladenen von dem Pluspol. Stark geladene Aminosäuren wandern in dem Feld schneller als schwach geladene, und Aminosäuren mit einer geringen Molmasse wandern schneller als Aminosäuren mit einer großen Molmasse.

Experimentelle Bestimmung der Primärstruktur

Hierzu existieren verschiedene Methoden. Die einfachste Methode (zumindest theoretisch) wäre die folgende: man setzt ein Protein solchen Reaktionsbedingungen aus, dass immer nur die erste Aminosäure abgespalten wird (z.B. die am Aminoende des Proteins).

Dann isoliert man die abgespaltene Aminosäure aus dem Reaktionsgemisch und analysiert sie. Mit dem Restprotein wird der gleiche Versuch wiederholt, solange bis alle Aminosäuren bestimmt sind.

Es bleibt die Frage, wie man eine einzelne Aminosäure analysieren kann. Auch hierzu gibt es ein interessantes Verfahren, die so genannte Elektrophorese.



↑
Aminoende
oder
N-Terminus

↑
Carboxylende
oder
C-Terminus

