

Zuvor mit Lehrkraft besprechen: allgemeine Strukturformel einer alpha-Aminocarbonsäure und Benennung der funktionellen Gruppen: Carboxylgruppe und Aminogruppe.



Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgt mit der Tabelle mit den [zwanzig Standard-Aminosäuren](#).

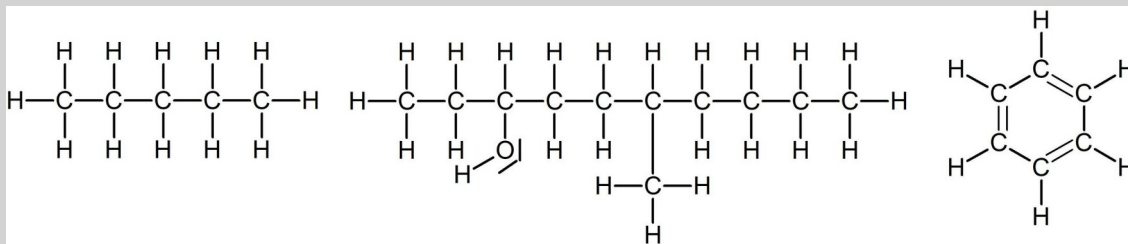
Man kann die regelmäßig in Proteinen vorkommenden Aminosäuren nach verschiedenen Kriterien in Gruppen einteilen. Für die Einordnung ist auch wichtig, ob man es zulässt, dass eine Aminosäure sich gleichzeitig in mehreren Gruppen befindet. Eine häufig vorgenommene Einteilung sortiert jede Aminosäure in genau eine der 4 Gruppen ein.

1. Aminosäuren mit polaren und unpolaren Resten

1.1 Einige Grundlagen zur Polarität von Verbindungen

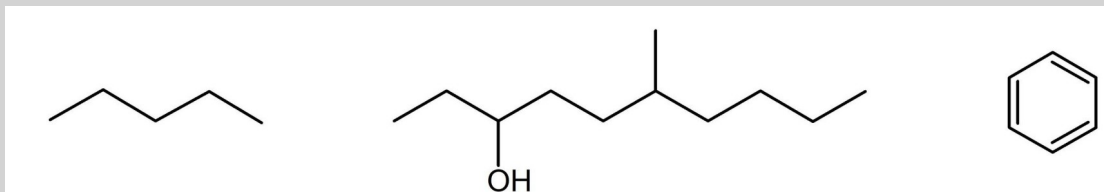
Die **Elektronegativität (EN)** ist ein Maß dafür, wie stark ein Atom die Bindungselektronen der Atombindung zu sich zieht. Sie kann beispielsweise dem *Periodensystem der Elemente* entnommen werden. Die Elemente Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H) unterscheiden sich nur geringfügig in dieser Kennzahl (C: 2,5, H:2,2). Verknüpft man die Atome C und H mit einer Elektronenpaarbindung (C-H), so ziehen deshalb beide Atome die Bindungselektronen ungefähr gleich stark zu sich. Die Ladungsdichte des bindenden Elektronenpaars ist deshalb eher gleichmäßig über die gesamte Bindung verteilt. Man spricht dann von einer eher **unpolaren Atombindung**.

Dominieren in einem Molekül mengenmäßig solche C-H-Atomgruppen, so ist die Verbindung als ganzes unpolar. Solche unpolaren Verbindungen sind schlecht wasserlöslich. Sie lösen sich dagegen gut in anderen unpolaren Medien, beispielsweise in Benzin. Beispiele für Strukturformeln einiger unpolarer Moleküle:



Q: e.W.

Da in allen organischen Molekülen und auch in nahezu allen biochemisch relevanten Molekülen solche Gruppen CH-Gruppen sehr häufig vorkommen und es mühselig ist, jedes einzelne C- und H-Atom aufzuschreiben, hat man sich auf eine Kurzschreibweise geeinigt, die **Skelettformel**. Hier die Skelettformeln für die oberen Moleküle:



Q: e.W.

1.1 Vergleichen Sie die ausführlichen Strukturformeln und die Skelettformeln! Wie kommen die Skelettformeln zustande?

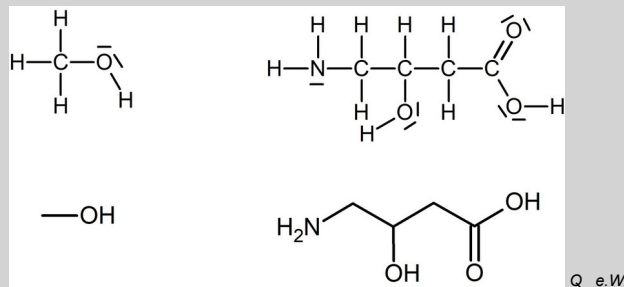
Das Element Sauerstoff (O) besitzt eine Elektronegativität von EN = 3,4, Wasserstoff (H) hingegen EN = 2,2. Die Elektronegativitäten unterscheiden sich relativ stark. Verknüpft man die beiden Atome O und H mit einer Elektronenpaarbindung, so zieht das elektroneivere Sauerstoff-Atom die Bindungselektronen eher zu sich. Die Elektronenwolke der Bindung ist eher zum O-Atom hin, verschoben. Das O-Atom besitzt damit eine etwas erhöhte negative Elektronenladung. Es trägt also eine kleinen negative Teilladung (Partiellladung, δ^-). Das H-Atom hat auf der anderen Seite etwas weniger Zugriff auf die negative Ladungswolke der Bindung. Es trägt damit eine positive Partiellladung δ^+).



Man spricht von einer eher **polaren Atombindung**. Auch **N-H-Gruppen (Aminogruppe)** sind relativ stark polar, aber in etwas geringerem Ausmaß wie O-H. Andere O-haltige Bindungen und die Gruppe S-H sind leicht polar. Sind zwei polare Gruppen an einem C-Atom zusammengefasst, so resultiert eine besonders starke Polarität der Gruppierung. Das ist insbesondere bei der **Carboxylgruppe (-COOH)** der Fall.

Prägen in Molekülen polare Atomgruppen den gesamten Molekülbau, so ist die Verbindung als ganzes eher polar. Solche Verbindungen lösen sich meist gut in polaren Medien, beispielsweise Wasser (HOH), denn es besteht auch aus polaren Gruppen -OH)

1.2 Beispiele für die ausführlichen Strukturformeln und die dazugehörigen Skelettformeln von eher polaren Moleküle. Markieren Sie die **Carboxylgruppe** und die **Aminogruppe** im rechten Molekül!



Q_e.W.

1.2 Anwendung des Konzepts auf Aminosäuren: Polare und unpolare Aminosäurereste

1.2.1 Ergänzen Sie die fehlenden bzw. passenden Dreibuchstabencodes oder Worte.

Gruppe 1: Aminosäuren mit unpolarem Rest: Hier werden erst mal die Aminosäuren mit reinem CH_x -Rest eingruppiert. Hinzu kommt noch die Aminosäuren *Methionin (Met)*, deren Rest mit der Atomgruppe $\dots\text{C-S-C}$ ebenfalls unpolar ist. *Tryptophan (Trp)* besitzt zwar im Rest eine N-H-Gruppe mit höher Elektronegativitätsdifferenz. In diesem Sonderfall ist diese Gruppe aber auch unpolar, weil sie sich Ladungsdichte des N auf den gesamten Ring verteilen kann. So schlägt man meistens auch *Trp* dieser Gruppe zu. Insgesamt gehören zur Gruppe also folgenden sieben Vertreter: *Trp, Met, Pro,,,,*

Gruppe 2: Aminosäuren mit einer polaren Gruppe im Rest: Dabei kann es sich konkret um eine Sauerstoff-Funktion oder S-H handeln. Die funktionelle Gruppe muss jedoch neutral sein, das heißt es darf sich nicht um eine Carboxylgruppe (-COOH) oder freie Aminogruppe (-NH₂) handeln. Zu dieser Gruppe werden meistens gezählt: **Asn, Gln** (-NH₂ ist hier keine freie Aminogruppe), **Gly**,,, und, Da eine kleine polare Gruppe unbedeutend für ein ansonsten unpolares großes Molekül sein kann, gehören zu den sieben Vertretern dieser Gruppe durchaus auch Verbindungen, die insgesamt trotzdem eher unpolar sind.

2. Aminosäuren mit sauren und basischen Resten

2.1 Saure Aminosäuren können im Rest R negativ geladen auftreten

Allgemein werden diejenigen Verbindungen als **Säuren** bezeichnet, die H⁺ an einen Reaktionspartner abgeben können. Dazu gehört in der organischen Chemie insbesondere die Carboxylgruppe (-COOH). Die Carboxylgruppe besitzt also saure Eigenschaften. Nach Abspaltung von H⁺ liegt sie negativ geladen vor:

2.1.1 [gemeinsam mit Lehrkraft]: Formulieren Sie in ausführliche Strukturformel die Abgabe von H⁺ durch eine Carboxylgruppe an ein H₂O-Molekül.

MERKE: Je nach pH-Wert kann die Carboxylgruppe (-COOH-Gruppe) auch negativ geladen vorliegen.

2.1.2 Ergänzen Sie die fehlenden bzw. passenden Dreibuchstabencodes oder Worte.

Gruppe 3: Aminosäuren mit weiterer Carboxylgruppe im Rest („saure Aminosäuren“): Zu dieser Gruppe gehören somit und *Merke:* Sie tragen im Namen als Endwort hinten auch „...säure“. Da insgesamt zwei saure -COOH-Gruppen vorliegen, reagieren Sie in Wasser gelöst, besonders sauer.

2.2 Basische Aminosäuren können im Rest R positiv geladen auftreten

Allgemein werden diejenigen Verbindungen als **Basen** bezeichnet, die H⁺ aufnehmen können. Dazu gehört in der organischen Chemie insbesondere die Aminogruppe. Die Aminogruppe besitzt also basische Eigenschaften.

2.2.1 [gemeinsam mit Lehrkraft]: Formulieren Sie in ausführliche Strukturformel die Aufnahme von H⁺ durch eine Aminogruppe. Das H⁺ soll von einem H₂O-Molekül stammen.

MERKE: Je nach pH-Wert kann die Aminogruppe (-NH₂-Gruppe) auch positiv geladen vorliegen.

2.2.2 Ergänzen Sie die fehlenden bzw. passenden Dreibuchstabencodes oder Worte.

Gruppe 3: Aminosäuren mit weiterer Carboxylgruppe im Rest („saure Aminosäuren“): Zu dieser Gruppe gehören somit und *Merke:* Sie tragen im Namen als Endwort hinten auch „...säure“. Da insgesamt zwei saure -COOH-Gruppen vorliegen, reagieren Sie in Wasser gelöst, besonders sauer.

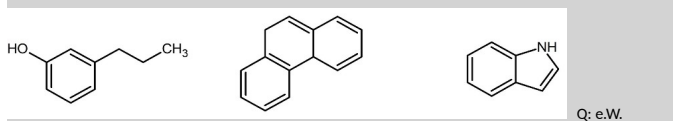
Gruppe 4: Aminosäuren mit basischen Bestandteilen im Rest („basische Aminosäuren“): Hier finden sich auch in den Resten Aminogruppen. Sie können dort H⁺ anlagern: *Arginin (Arg)*, *Glutamin (Gln)* und *Histidin (His)*.

3. Weitere Einteilungskategorien

Es können auch andere Gruppen gebildet und komplexere Einteilungen mit Schnittmengen vorgenommen werden.

3.1 Aromatische Aminosäuren

Organische Moleküle mit ringförmig geschlossenen Molekülbereichen, in denen sich Doppel- und Einfachbindungen über (nahezu) den gesamten Ring abwechseln, zählt man zu den **Aromaten (aromatische Verbindungen)**. Solche Verbindungen besitzen besonderes chemisches Verhalten. Beispiele für Skelettformeln aromatischer Verbindungen:



3.2 Finden Sie die entsprechenden AS in der Tabelle!

- aromatische Aminosäuren:
.....

3.2 Weitere Gruppen

- schwefelhaltige Aminosäuren:
.....
- verzweigt-kettige Aminosäuren:
.....
- **Essentielle Aminosäuren** können im Körper nicht synthetisiert werden und müssen deshalb über die Nahrung aufgenommen werden. Hierzu gehören beispielsweise die schwefelhaltigen und die verzweigt-kettigen Aminosäuren und einige aromatische Aminosäuren wie *Phenylalanin* und *Tryptophan*. Organismen, die sich ihre Nahrung für die Zellen selbst bilden, also nicht von außen zuführen müssen, sogenannte *autotrophe Organismen*, insbesondere Pflanzen, können alle Aminosäuren selbst herstellen.