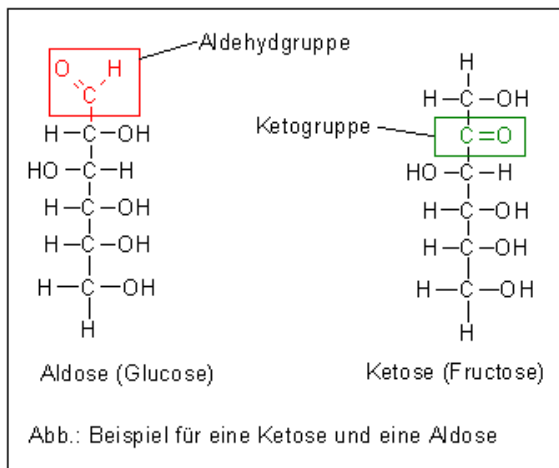


Zucker, Stärke und Cellulose gehören der Gruppe der Kohlenhydrate an. Synonyme für die Bezeichnung Kohlenhydrate sind die Begriffe Zucker oder Saccharide. Kohlenhydrate sind organische Verbindungen aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die allgemeine Summenformel für alle chemischen Verbindungen dieser Gruppe ist  $C_n(H_2O)_n$ . Die Moleküle haben somit das Stoffmengenverhältnis von Sauerstoff und Wasserstoff von 1 : 2. Ursprünglich hielt man die Kohlenhydrate fälschlicherweise für die Hydrate des Kohlenstoffs. Saccharide sind jedoch Polyalkohole, bei denen eine primäre oder sekundäre Hydroxyl- Gruppe zur Aldehyd- bzw. Keto- Gruppe oxidiert ist. Jedoch blieb die „falsche“ Bezeichnung erhalten. Da Saccharide kein Wasser enthalten, wird die Summenformel für Kohlenhydrate wie folgt angegeben:  $C_nH_{2n}O_n$

Kohlenhydrate werden nach der Anzahl ihrer Grundbausteine (Saccharid- „Einheiten“). Dabei werden folgende Gruppen unterschieden:

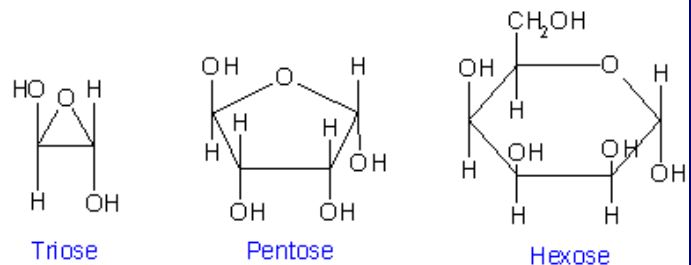
- ? Monosaccharide (enthalten eine Saccharid- „Einheit“)
- ? Disaccharide (enthalten zwei Saccharid- „Einheiten“)
- ? Oligosaccharide (enthalten bis zu 100 Saccharid- „Einheiten“)
- ? Polysaccharide (enthalten über 100 Saccharid- „Einheiten“)

### Monosaccharide



Man unterscheidet zwei Hauptgruppen von Monosacchariden, die sich in ihrer chemischen Struktur unterscheiden. Saccharide die eine Alkanal bzw. eine Aldehyd- Gruppe enthalten werden als Aldosen bezeichnet. Enthalten sie jedoch eine Alkanon- bzw. eine Keto- Gruppe, so bezeichnet man sie als Ketosen. Des weiteren werden Monosaccharide nach der Anzahl ihrer Kohlenstoffatome eingeordnet. So bezeichnet man zum Beispiel ein Saccharid mit drei Kohlenstoffatomen als Triose und ein Saccharid mit vier Kohlenstoffatomen als Tetrose, wobei die Kohlenhydrate mit fünf (Pentosen) und sechs (Hexosen) Kohlenstoffatomen von besonderer Bedeutung im Stoffwechselprozess

aller Lebewesen sind.



Gemeinsames Merkmal der Monosaccharide sind die asymmetrischen Kohlenstoffatome. Jeder einfach Zucker enthält mindestens ein Kohlenstoffatom, an dem vier unterschiedliche „Reste“ hängen. Diese Besonderheit führt zu einer weiteren Form der Isomerie, der Stereoisomerie (siehe Kapitel Isomerie/ Stereoisomerie). Die Anzahl der Stereoisomere richtet sich nach der Anzahl der asymmetrischen Kohlenstoffatomen [n], dabei existieren  $2^n$  Stereoisomere. Jeweils zwei Isomere bilden ein Enantiomerenpaar. Als Enantiomere bezeichnet man die organischen Verbindungen, welche sich wie Bild und Spiegelbild verhalten.

Glucose beispielsweise ist eine Hexose, sie enthält somit vier asymmetrische Kohlenstoffatome. Dies hat zur Folge, dass sie 16 Stereoisomere besitzt, wobei 8 Enantiomerenpaare existieren.

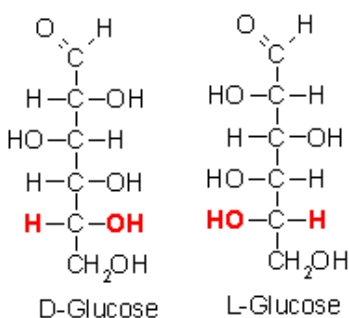
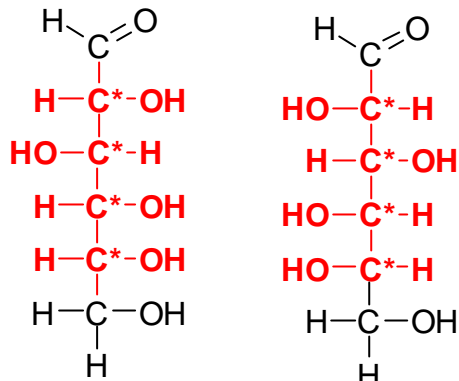


Abb.: Stereoisomerie der Glucose

**Konfiguration und Klassifizierung von Monosacchariden**



D-(+)-Glucose

L-(-)-Glucose

Um die chemische Struktur der Kohlenhydrate darzustellen, wird häufig die Fischer- Projektion verwendet. Bei dieser liegen alle Kohlenstoffatome in einer senkrechten Kette. Das höchst oxidierte Kohlenstoffatom steht oben und wird als C1 bezeichnet. Die horizontal stehenden Substituenten stehen nach vorn. Asymmetrische werden mit einem Stern (\*) gekennzeichnet. Dabei ist die Stellung der Hydroxyl- Gruppe am letzten asymmetrischen Kohlenstoffatom von besonderer Bedeutung für die Benennung der Kohlenhydrate.

Kohlenhydrate, deren Hydroxyl- Gruppe am letzten asymmetrischen Kohlenstoffatom rechts von der Kohlenstoffkette liegen, werden der D- Reihe der Monosaccharide zugeordnet. Steht die Hydroxyl- Gruppe links, so werden sie als L- Monosaccharid bezeichnet.

Eine weitere Eigenschaft der Kohlenhydrate, die für ihre Benennung von Relevanz ist, besteht in ihrer optischen Aktivität. Dabei unterscheidet man zwischen Monosaccharide, die das linear polarisierte Licht links oder rechts drehen.

Ein Monosaccharid welches das polarisierte Licht nach rechts dreht, wird durch das Voranstellen eines (+) gekennzeichnet. Entsprechend wird ein linksdrehendes Monosaccharid mit (-) versehen.

Jedoch stimmt die Darstellung der Fischer- Projektion nicht mit der Realität überein. Glucose beispielsweise liegt nur mit circa 1% als Aldehyd- Form vor. Der Grund dafür liegt in der in der intramolekularen nucleophilen Addition, wobei sich eine halbacetalische Bindung zwischen dem ersten und dem fünften Kohlenstoffatom der Glucose ausbildet. Eine solche ringförmige Struktur eines Monosaccharids bezeichnet man deshalb als Halbacetal.

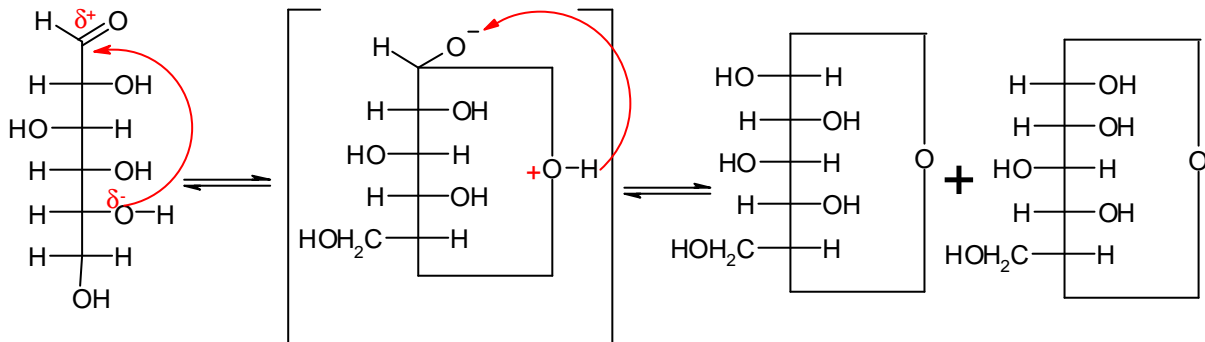
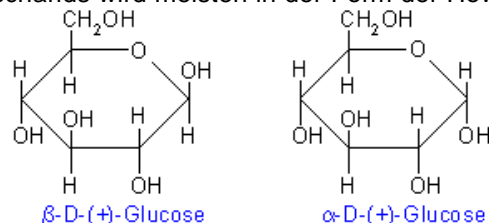


Abb.: Halbacetalisierung der Kohlenhydrate (nucleophile Addition)

Durch die Bildung des Halbacetals ist am C1- Atom ein neues asymmetrisches Kohlenstoffatom entstanden. Somit hat der Ringschluss zu zwei weiteren Diastereomeren geführt, welche als  $\alpha$ - und  $\beta$ - Form des Monosaccharids bezeichnet werden.

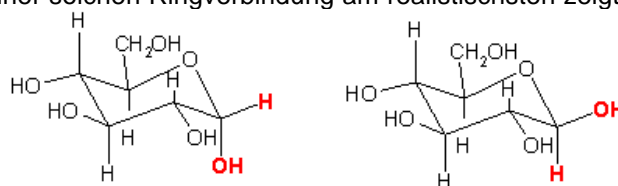
Die Ringstruktur eines Monosaccharids wird meistens in der Form der Haworth- Projektion dargestellt.



$\beta$ -D-(+)-Glucose

$\alpha$ -D-(+)-Glucose

Die geeignetste Form der Darstellung von Halbacetalen ist jedoch die Sesselkonformation, da diese die Bindungsverhältnisse in einer solchen Ringverbindung am realistischsten zeigt.



$\alpha$ -D-Glucose

$\beta$ -D-Glucose