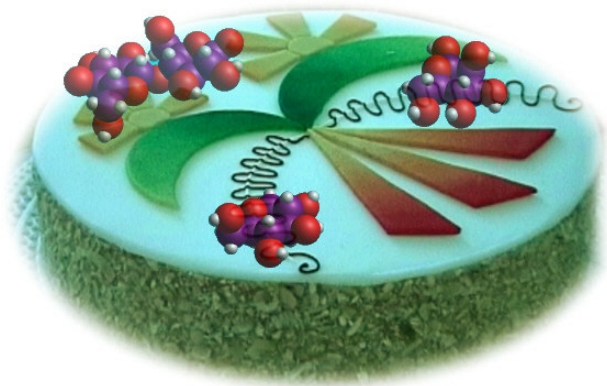


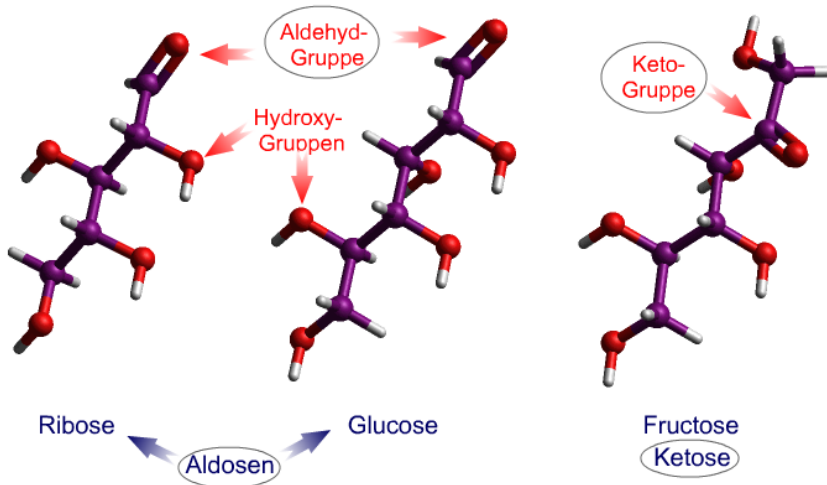
Ein Kapitel Zuckerchemie



Es gibt nicht nur einen Zucker!

In diesem Kapitel bilden wir die Grundlagen zum Verständnis der Zuckerstoffwechsels in der Zelle. Wir werden sehen, dass diese vielfältige Stoffgruppe sowohl im chemischen Aufbau, als auch in den Reaktionen Gemeinsamkeiten zeigen. Was sind also Zucker?

Zucker zeigen gemeinsame funktionelle Gruppen



Die Strukturen der Zucker

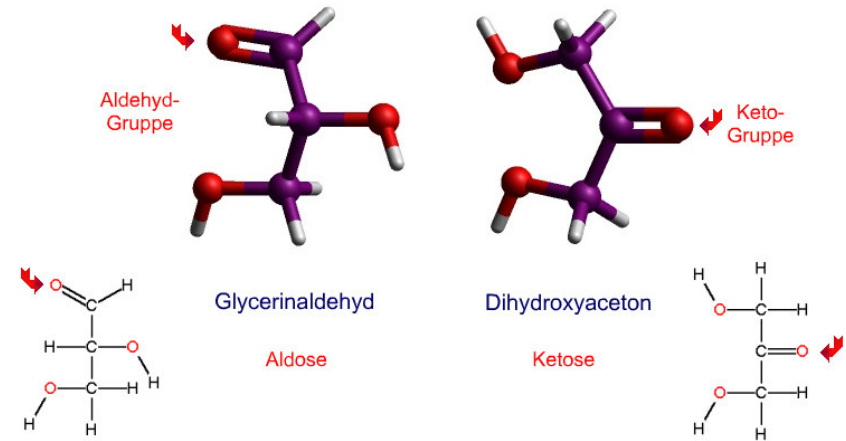
Das Geheimnis aller Zucker ist: Stoffe mit mindestens **2 Hydroxygruppen (-OH)** schmecken süß. **Glykol (=Ethandiol)** oder **Glycerin (=Propantriol)** schmecken deshalb ebenfalls süß. Da diese jedoch weder eine Aldehyd-, noch eine Ketogruppe besitzen, sind es keine Zucker sondern Polyalkohole.

Zucker enthalten außerdem eine **Aldehydgruppe (-COH)** oder eine **Ketogruppe (=CO)**. **Aldehydzucker** werden als **Aldosen**, **Ketozucker** als **Ketosen** bezeichnet.

Außerdem können Zucker eine **unterschiedliche Kohlenstoffanzahl** haben. Je nach der **Anzahl der C-Atome** werden die Zucker als **Triose (3C)**, **Tetrose (4C)**, **Pentose (5C)**, **Hexose (6C)** usw. bezeichnet.

Wir Ihr seht, enden die Namen aller Zucker auf ...ose.

Die kleinsten Zuckermoleküle

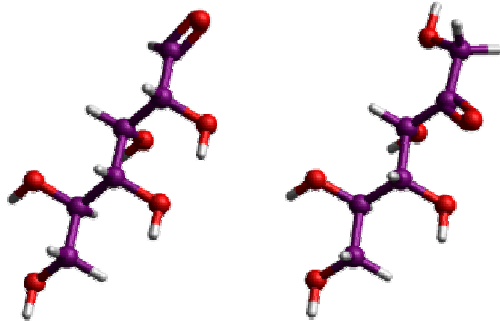


Aldosen und Ketosen

Da **Zucker** durch **zwei oder mehr Hydroxygruppen** und eine **Carbonylgruppe** gekennzeichnet sind, hat der einfachste Zucker **drei** Kohlenstoffatome.

Da die **Carbonylgruppe** sowohl als **Aldehydgruppe**, als auch als **Keto-
gruppe** vorliegen kann, gibt es zwei zueinander isomere **Triosen**
(=Dreifachzucker).

Glycerinaldehyd ist eine **Aldose** (= Aldehydzucker)
Dihydroxyaceton ist eine **Ketose** (=Keto-zucker)

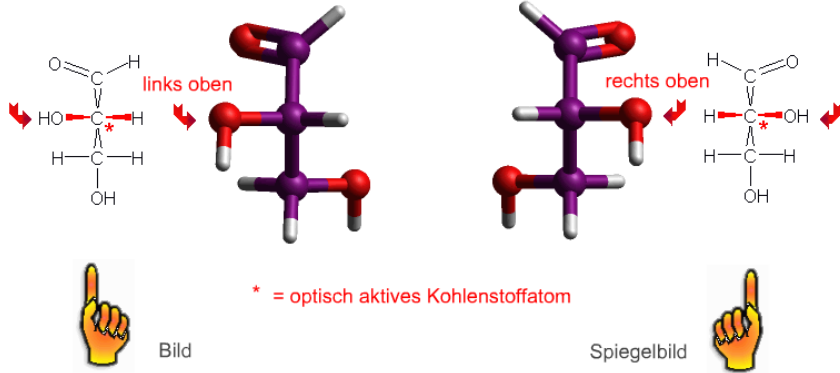


Die wichtigste **Aldose** ist die **Glucose** (=Traubenzucker),
die wichtigste **Ketose** die **Fructose** (=Fruchtzucker).

Moleküle, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten

L- Glycerinaldehyd

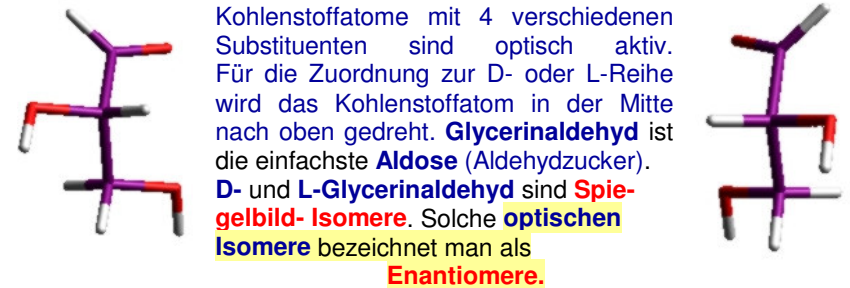
D- Glycerinaldehyd



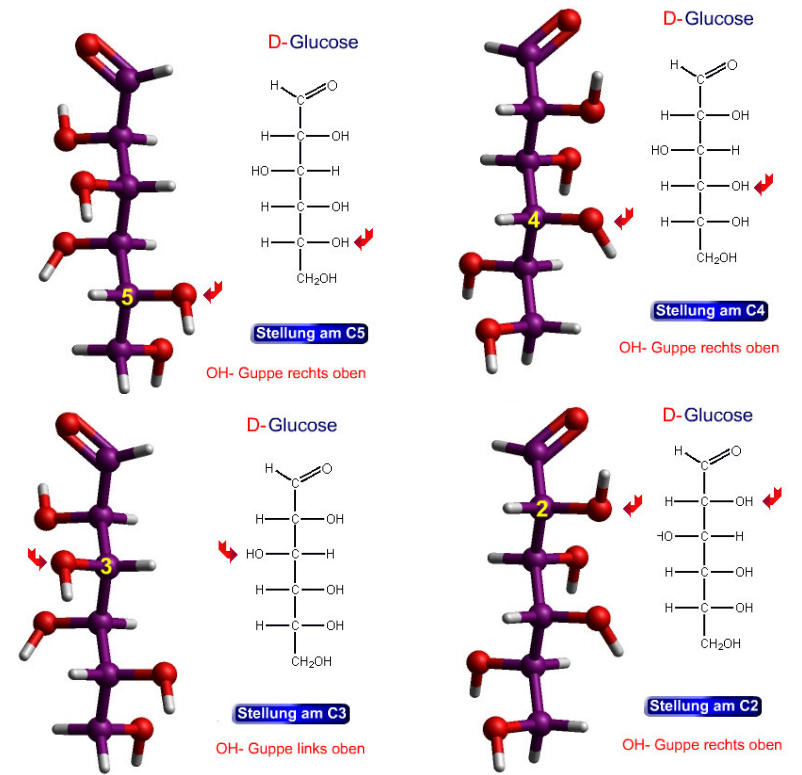
Optische Isomerie

Das mittlere Kohlenstoffatom am **Glycerinaldehyd** trägt **vier verschiedene**
Substituenten (-CHO, -H, -OH, -CH₂OH). Die **Hydroxy- Gruppe** (-OH) am
mittleren C- Atom kann entweder nach *links* oben (L, lat. *laevius*= *links*)
oder nach *rechts* oben (D, lat. *dexter* =*rechts*) zeigen.

Es gibt somit **2 Konfigurationen** des Glycerinaldehyds, die sich wie Bild
und Spiegelbild zueinander verhalten.



Wie die Struktur von Zuckern nach Fischer festgelegt wird



Zur Benennung nach Fischer werden die Zuckermoleküle linear gestreckt.

Die **Zählung** beginnt bei der Glucose der Aldehydgruppe = C1.

Zur **Einordnung** in die **D-** bzw. **L-Reihe** wählt man das *am höchsten* bezifferte, optisch aktive Kohlenstoffatom.

Liegt das Kohlenstoffatom am C5 oberhalb der Ebene in der sich C4 und C6 befinden, so zeigt bei der D- Glucose (*D=lat.dexter, rechts*) die OH-Gruppe nach rechts oben.

Um die OH- Gruppe am C4 einzuordnen muss das Molekül so gedreht werden, dass C4 noch oben kommt.

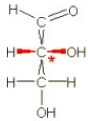
Da die OH- Gruppe dann wieder rechts oben liegt, wird diese in der Strukturformel nach Fischer (=Fischer- Projektion) wieder nach rechts gezeichnet. Entsprechen wird mit den anderen OH- Gruppen verfahren.

Anmerkung: Optisch aktive Kohlenstoffatome haben 4 verschiedene Substituenten. Das C6 bei der Glucose ist optisch inaktiv, da es zwei gleiche Substituenten (die beiden Wasserstoffatome) hat.

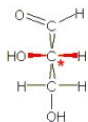
Die wichtigsten Zucker

Triosen

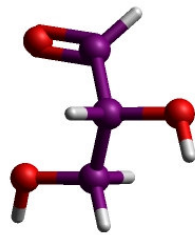
D-Glycerinaldehyd



L-Glycerinaldehyd



* = optisch aktiv



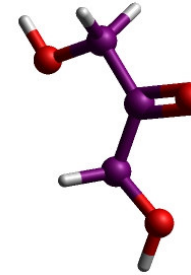
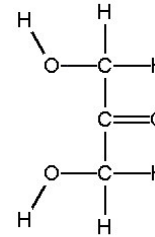
Glycerinaldehyd ist die einfachste **Aldose** (=Aldehydzucker).

Das optisch aktive Kohlenstoffatom in der Mitte kann die Hydroxygruppe **rechts oben =D-Glycerinaldehyd**, oder **links oben =L-Glycerinaldehyd** tragen.

Die beiden Isomere verhalten sich wie Bild und Spiegelbild zueinander. Es sind deshalb **Enantiomere**.

Für die Zuordnung zur D- oder L-Reihe wird das Kohlenstoffatom in der Mitte nach oben gedreht. Dieses Kohlenstoffatom ist "optisch aktiv", d.h., es besitzt vier verschiedene Substituenten.

Dihydroxyaceton



Dihydroxyaceton

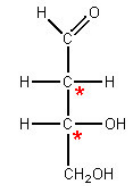
ist die einfachste **Ketose** (=Ketozyucker).

Dihydroxyaceton entsteht neben Glycerinaldehyd bei der Glykolyse.

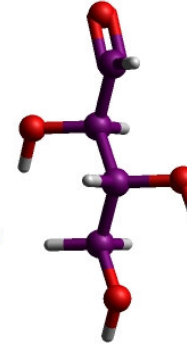
Da Glycerinaldehyd kein Kohlenstoffatom mit 4 *verschiedenen* Substituenten hat, ist es ein optisch inaktiver Zucker.

Tetrosen

D-Erythrose



* = optisch aktiv

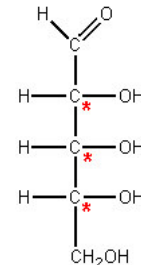


Erythrose

ist eine **Aldose** (Aldehydgruppe am ersten, oberen C-Atom) und eine **Tetrose** (Viererzucker). Erythrose kommt in der Natur nicht vor, kann jedoch synthetisch hergestellt werden.

Die abgebildete Erythrose gehört zur D-Reihe, da das Kohlenstoffatom am höchst bezifferten, optisch aktiven C3 rechts oben sitzt. Dreht man das Molekül, so wird ersichtlich, dass dann, wenn das Kohlenstoffatom C2 nach oben schaut, die Hydroxygruppe ebenfalls nach rechts oben steht. Deshalb zeigen in der FISCHER- Projektion beide Hydroxygruppen nach rechts. Das Kohlenstoff-Atom 4 ist nicht optisch aktiv d.h., es hat keine vier verschiedenen Substituenten.

D-Ribose



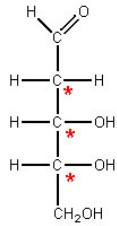
* = optisch aktiv



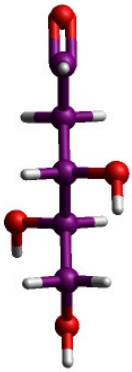
D-Ribose

ist eine **Aldose** (Aldehydgruppe am ersten, oberen C-Atom) und eine **Pentose** (Fünferzucker). **D-Ribose** ist in der Natur weit verbreitet. In der Erbsubstanz (DNA) kommt Ribose als 2-Desoxyribose vor, d.h. am C2 fehlt ein Sauerstoffatom.

D-Desoxyribose



* = optisch aktiv



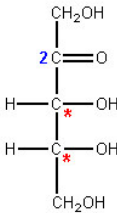
2-Desoxyribose

ist eine **Pentose** (=Fünferzucker). Im Vergleich mit der Ribose fehlt am C2 ein Sauerstoffatom.

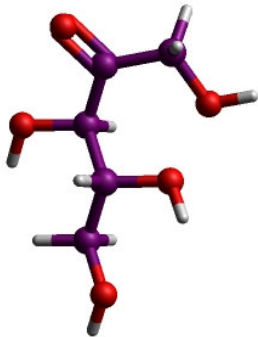
Desoxyribose ist ein Baustein der Erbsubstanz **DNA** (Desoxyribonucleinsäure).

Die dargestellte Desoxyribose gehört zu der D-Reihe, da die OH-Gruppe am höchst beziffernten Kohlenstoffatom C4 - wenn dieses nach oben gedreht wird - nach rechts oben steht. Würde die Hydroxygruppe am C4 nach links schauen, so wäre es L-Ribose.

D-Ribulose



* = optisch aktiv



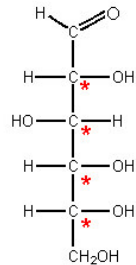
D-Ribulose

ist eine **Ketose**, die bei der Dunkelreaktion der Photosynthese (Calvin-Cyclus) auftritt.

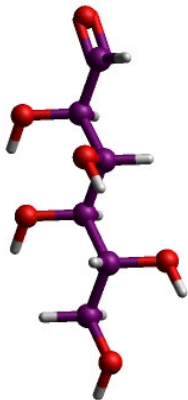
Die Carbonylgruppe sitzt am C2.

Die abgebildete Ribulose gehört zur D-Reihe, da die C4-Hydroxygruppe wenn das C4-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt.

D-Glucose



* = optisch aktiv



Hexosen

D- Glucose

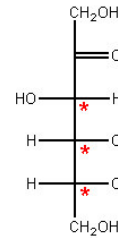
= Traubenzucker ist eine **Aldose** (=Aldehydzucker). In der **FISCHER-Projektion** werden die Kohlenstoffatome ausgehend von der oberen funktionellen Gruppe (=Aldehydgruppe) nach unten hin durchnummeriert.

Zuordnung zur D-Reihe: Übereinkunftsgemäß wird beim optisch aktiven Kohlenstoffatom mit der höchsten Zahl, hier 5, die OH-

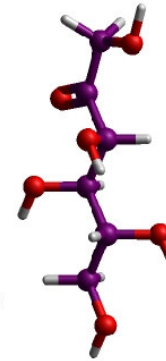
Gruppe in der Strukturformel nach rechts geschrieben, wenn das zugehörige Kohlenstoffatom oberhalb der beiden anderen liegt und die Gruppe nach rechts oben zeigt.

Die dargestellte Glucose gehört deshalb zur D-Reihe (D kommt von *lat. dexter*, rechts). Bei der L- Glucose würde die OH-Gruppe am C5 nach links oben schauen.

D-Fructose



* = optisch aktiv



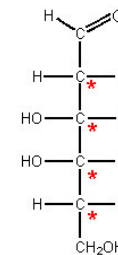
D- Fructose

= Fruchtzucker ist eine **Ketose**. Honig besteht aus Fructose und Glucose zu gleichen Teilen. Die Carbonylgruppe (C=O) sitzt am zweiten Kohlenstoffatom. Die Kohlenstoffatome werden von oben nach unten nummeriert.

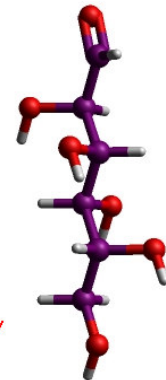
Einordnung in die D-Reihe: Übereinkunftsgemäß wird beim optisch aktiven Kohlenstoffatom mit der höchsten Zahl, hier 5, die OH-Gruppe in der Strukturformel nach rechts geschrieben, wenn das zugehörige Kohlenstoffatom oberhalb der beiden anderen liegt und die Gruppe so nach rechts oben zeigt.

Die dargestellte Fructose gehört deshalb zur D-Reihe. Bei der L-Fructose wäre die OH-Gruppe am C5 links oben.

D-Galactose



* = optisch aktiv



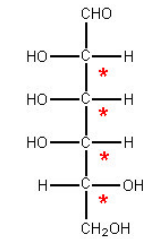
D-Galactose

ist eine **Aldose**(=Aldehydzucker).

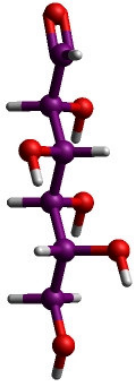
Galactose wird aus Milchzucker (= Lactose) gewonnen. Sie unterscheidet sich von der Glucose durch die Stellung der Hydroxygruppe am C4.

Die abgebildete Galactose gehört zur D-Reihe, da die Hydroxygruppe am C5 nach rechts oben schaut.

D-Talose



* = optisch aktiv



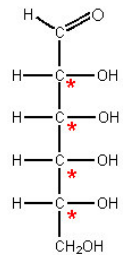
D-Talose

ist eine **Hexose** (=Sechszucker) und eine **Aldose** (Aldehydgruppe am C1).

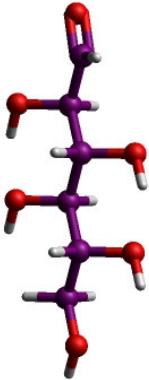
Die abgebildete Talose gehört zur D-Reihe, da die C5-Hydroxygruppe, wenn das C5-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt.

Bei entsprechender Drehung (zu betrachtende Kohlenstoffatome jeweils nach oben drehen) schauen die Hydroxygruppen an C2, C3 und C4 nach links oben. In der Strukturformel werden diese deshalb links dargestellt.

D-Allose



* = optisch aktiv



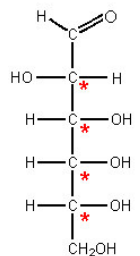
D-Allose

ist eine **Hexose** (=Sechszucker) und eine **Aldose**.

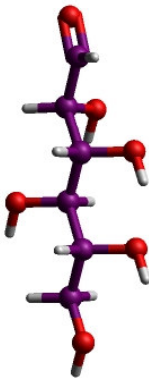
Die abgebildete Allose gehört zur D-Reihe, da die C5-Hydroxygruppe, wenn das C5-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt.

Dreht man die zu betrachtenden Kohlenstoffatome jeweils nach oben, so schauen die Hydroxygruppen an C2, C3, C4 und C5 nach rechts oben. In der Strukturformel stehen deshalb alle Hydroxygruppen rechts.

D-Altrose



* = optisch aktiv

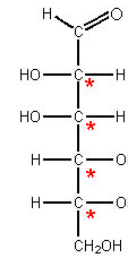


D-Altrose

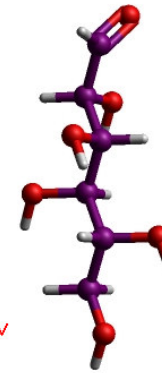
ist eine **Hexose** (=Sechszucker) und eine **Aldose**. Die abgebildete Altrose gehört zur D-Reihe, da die C5-Hydroxygruppe, wenn das C5-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt.

Dreht man die zu betrachtenden Kohlenstoffatome jeweils nach oben, so schauen die Hydroxygruppen an C3, C4 und C5 nach rechts oben. In der Strukturformel nach FISCHER stehen deshalb diese Hydroxygruppen rechts, die Hydroxygruppe am C1 jedoch links.

D-Mannose



* = optisch aktiv



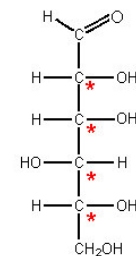
D-Mannose

ist eine **Hexose** (=Sechszucker) und eine **Aldose**.

Die abgebildete Mannose gehört zur D-Reihe, da die C5-Hydroxygruppe, wenn das C5-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt. Mannose kommt als Polysaccharid z.B. im Guarmehl vor, welches als Bindemittel in Fertiggerichten verwendet wird.

Dreht man die zu betrachtenden Kohlenstoffatome jeweils nach oben, so sieht man, dass sich die Mannose von der Glucose einzig durch die Stellung der Hydroxygruppe am C2 unterscheidet. Man sagt deshalb auch, dass die Mannose das 2-Epimere der Glucose sei.

D-Gulose



* = optisch aktiv



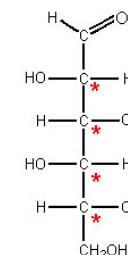
D-Gulose

ist eine **Hexose** (=Sechszucker) und eine **Aldose**, kurz eine **Aldohexose**.

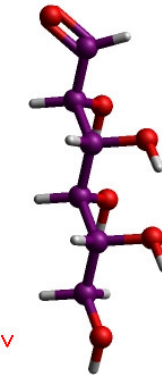
Die abgebildete Gulose gehört zur D-Reihe, da die C5-Hydroxygruppe, wenn das C5-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt.

Dreht man die zu betrachtenden Kohlenstoffatome jeweils nach oben, so schauen die Hydroxygruppen an C2, und C3 nach rechts oben. In der Strukturformel stehen deshalb diese Hydroxygruppen rechts, die Hydroxygruppe am C4 links.

D-Idose



* = optisch aktiv



D-Idose

ist eine **Hexose** (=Sechszucker) und eine **Aldose**. Die abgebildete Idose gehört zur D-Reihe, da die C5-Hydroxygruppe, wenn das C5-Kohlenstoffatom nach oben gedreht wird, nach rechts oben zeigt.

Die Hydroxygruppen an C3 und C5 schauen nach rechts oben, die Hydroxygruppen am C2 und C4 nach links oben.