



## NUR L-AMINOSÄUREN SIND IM KÖRPER BIOLOGISCH AKTIV

So wie unsere Hände und Füße spiegelbildlich sind, tauchen auch die Aminosäuren als Spiegelbilder (optische Isomere) auf. Die Aminosäuren der "linken Hand" werden mit L, die der "rechten Hand" mit D bezeichnet. Aber nur die L-Aminosäuren sind in unserer Nahrung enthalten, können vom Körper synthetisiert werden und sind in den Körper-Proteinen vorhanden.

### Spiegelbildisomere – ungleiche Zwillinge

(aus: Chemiebuch S. 364; Chemie heute. Sekundarbereich II; Schroedel-Verlag)

Um Erfahrungen auf dem Gebiet der Kristallographie zu sammeln, wiederholte Louis PASTEUR 1848 Versuche eines anderen Chemikers mit Salzen der Weinsäure und der Traubensäure. Schon damals war bekannt, daß die beiden Säuren Isomere waren. Er untersuchte das Natriumammonium-Salz der Weinsäure und fand bestätigt, daß die Kristalle eine spezifische Asymmetrie zeigten: Man konnte keine Symmetrieebene finden, die den Kristall in Bild und Spiegelbild teilte.

Heute nennt man derartige Strukturen **chiral**. PASTEUR konnte auch die Angabe bestätigen, daß die wässrige Lösung dieses Salzes **optisch aktiv** ist: Sie dreht die Schwingungsebene von linear polarisiertem Licht nach rechts. Die wässrige Lösung des Natriumammonium-Salzes der Traubensäure dagegen war optisch inaktiv.

Beim genauen Betrachten der Kristalle des Salzes der Traubensäure fiel PASTEUR dann auf, daß das Salz aus einer Mischung von Kristallen besteht, die sich wie Bild und Spiegelbild zueinander verhalten. Sie sind durch Drehen nicht zur Deckung zu bringen. Unter der Lupe trennte PASTEUR mit Hilfe einer Pinzette die beiden chiralen Kristallformen voneinander. Er löste jede Kristallart in Wasser auf. Zu seiner Überraschung fand er, daß die eine Lösung übereinstimmend mit dem Salz der natürlichen Weinsäure rechtsdrehend und die andere aber linksdrehend war. Traubensäure ist also ein 1:1-Gemisch aus rechtsdrehender und linksdrehender Weinsäure und deswegen insgesamt optisch inaktiv. Ein solches Gemisch wird **Racemat** genannt. PASTEUR vermutete, daß die Moleküle der beiden Weinsäure-Formen selbst einen chiralen Bau zeigen.

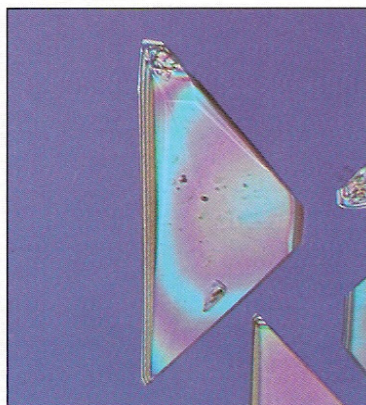
Im Jahre 1874 machten die beiden Chemiker VAN'T HOFF und LE BEL unabhängig voneinander eine interessante Entdeckung: Die Moleküle aller damals schon bekannten optisch aktiven Verbindungen enthalten mindestens ein C-Atom mit vier verschiedenen Substituenten. Man nennt ein solches C-Atom **asymmetrisch** und kennzeichnet es meist mit einem Sternchen \*.

VAN'T HOFF und LE BEL entwickelten eine Theorie über den chiralen Bau optisch aktiver Moleküle. Sie gingen dabei von einer tetraedrischen Anordnung der vier Bindungen eines C-Atoms aus.

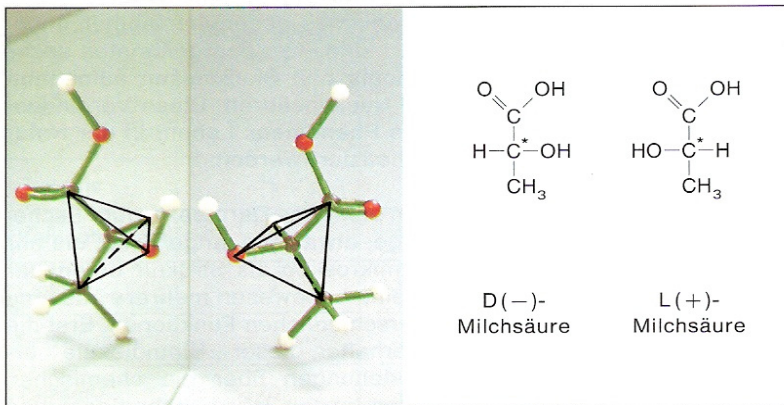
Chiral gebaute Moleküle sind unter den Naturstoffen häufig. So enthält das Endprodukt der Milchsäure-Gärung ein asymmetrisches Kohlenstoff-Atom: Am C\*-2-Atom des Milchsäure-Moleküls sitzen eine COOH-Gruppe, eine OH-Gruppe, eine CH<sub>3</sub>-Gruppe und ein H-Atom. Das Tetraedermodell besitzt daher vier verschiedene „Ecken“. Das Spiegelbild dieses Moleküls ist mit seinem Vorbild nicht zur Deckung zu bringen, so daß es zwei Raumstrukturen der Milchsäure gibt. Man nennt sie D-Milchsäure und L-Milchsäure; die beiden Strukturen sind **Spiegelbildisomere**.

Um die unterschiedliche Raumstruktur spiegelbildisomerer Moleküle auch in der Schreibweise der Strukturformeln zu erfassen, verwendet man **Projektionsformeln nach FISCHER**. Dazu wird das Molekül so gehalten, daß die C-C-Kette senkrecht steht und das höchst oxidierte C-Atom oben ist. Die C-C-Bindungen am asymmetrischen C\*-Atom werden nach hinten ausgerichtet. Die horizontalen Bindungen zeigen dann nach vorn. Jetzt projiziert man auf die Ebene: Steht die OH-Gruppe rechts am asymmetrischen C\*-Atom, so liegt die D-Form vor (lat. *dexter*: rechts). Bei der Strukturformel der L-Milchsäure steht die OH-Gruppe entsprechend links (lat. *laevis*: links).

Verbindungen mit asymmetrischem C\*-Atom zeigen in der Regel die Eigenschaft der optischen Aktivität: Sie drehen die Schwingungsebene eines polarisierten Lichtstrahls gegen den Uhrzeigersinn nach links (–) oder im Uhrzeigersinn nach rechts (+). Die Größe des Drehwinkels und die Drehrichtung sind Stoffkonstanten. D- und L-Form einer Verbindung drehen unter gleichen Bedingungen um den gleichen Betrag, die Drehrichtung ist aber entgegengesetzt. Die Kennzeichnung D oder L sagt nichts über die Drehrichtung aus.



(+)-Weinsäure-Kristalle



Tetraedermodelle und FISCHER-Projektionen von D(–)- und L(+)-Milchsäure

Bei der L-Form der Aminosäuren steht bei der Fischer-Projektion die Aminogruppe auf der linken Seite des zentralen Kohlenstoffstranges. Die Carboxylgruppe trägt das am höchsten oxidierte C-Atom.