

Pasteur und die Weinsäure

Thomas Zach, SS 09

Gliederung

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Louis Pasteur | 1 |
| 2 | Chemie in der Mitte des 19. Jahrhunderts..... | 2 |
| 3 | Die Leistungen Pasteurs in der organischen Chemie..... | 2 |
| 4 | Die Stereo-Isomerie der Weinsäure | 2 |

Einstieg: Die erste erfolgreiche Racemat-Trennung des 25-jährigen Louis Pasteur ist ein Meilenstein in der organischen Chemie, aber war es der Genie-Streich eines begnadeten Wissenschaftlers, oder hatte der jung Pasteur einfach nur eine gehörige Portion Glück?
[4]

1 Louis Pasteur



Abb. 1: Louis Pasteur [1]

- Französischer Wissenschaftler (1822 – 1895) und Pionier auf dem Gebiet der Mikrobiologie,
- er entwickelte unter anderem Impfstoffe gegen Geflügel-Cholera, Milzbrand und Tollwut,
- war eher weniger bekannt für seine chemischen Leistungen: er entdeckte die Chiralität sowie neue Form der Isomerie und Racemat-Trennung.

2 Chemie in der Mitte des 19. Jahrhunderts

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts hatten die Wissenschaftler noch keine Vorstellung über die räumliche Anordnung miteinander verknüpfter Atome in Molekülen. Bekannt war – bezüglich der Weinsäure – nur die Traubensäure, die als „racemische“ Weinsäure bezeichnet wurde. Weiterhin wurde um das Jahr 1848 gezeigt, dass natürliche Weinsäure rechts-drehend (L-Weinsäure) ist. [4]

3 Die Leistungen Pasteurs in der organischen Chemie

Louis Pasteur beschäftigte sich zur Mitte des 19. Jahrhunderts intensiv mit Natrium-Ammonium-Kristallen (er erhielt eine Probe des gemischten Natrium-Ammonium-Salzes der Traubensäure). Er entdeckte dabei die Chiralität und eine neue Art der Isomerie, d. h. er war der erste, der in seinen Studien feststellt, dass die Traubensäure kein Reinstoff, sondern ein gleich-geteiltes Gemisch auf rechts- und links-drehender Weinsäure, also ein Racemat, war. [4]

4 Die Stereo-Isomerie der Weinsäure

Linke Schuhe passen nicht an rechte Füße und linke Handschuhe nicht an rechte Hände; diese Objekte heißen deshalb „händig“ oder „chiral“.

Zwei Moleküle können als chiral bezeichnet werden, wenn sie sich wie Bild und Spiegel-Bild verhalten.

Ursachen für Zentrochiralität

- Ein asymmetrisches, substituiertes sp^3 -Kohlenstoff-Atom trägt vier verschiedene Reste/Gruppen/Atome. Solche Kohlenstoff-Atome heißen auch Stereo- oder Chiralitätszentren.

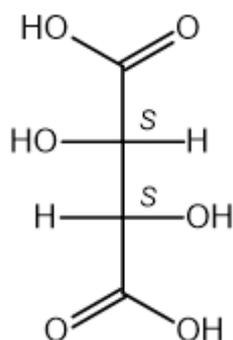


Abb. 2: D-(-)-Weinsäure [2]
Smp.: 168 – 170°C
 $d = 1,7598 \text{ g/mL}$
spezifische Drehung: -12°

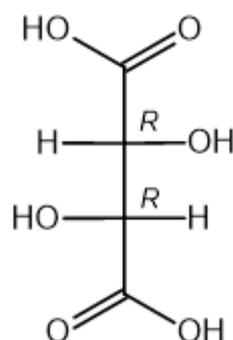


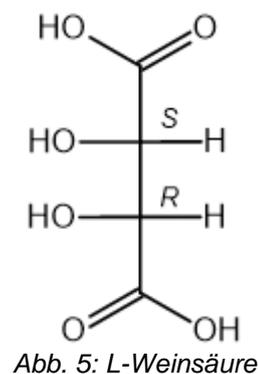
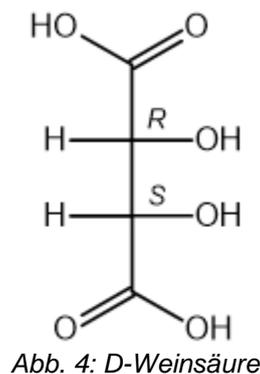
Abb. 3: L-(+)-Weinsäure [3]
Smp.: 168 – 170°C
 $d = 1,7598 \text{ g/mL}$
spezifische Drehung: $+12^\circ$

Wird in der oben aufgeführten Tabelle die mittlere senkrechte zwischen den beiden Formel-Darstellungen (hier: Spalten-Abgrenzung) als Spiegle-Achse betrachtet, so stellt man fest, dass sich die D-(-)-Weinsäure und die L-(+)-Weinsäure wie Bild und Spiegel-Bild verhalten. Zwei Stereo-Isomere, die sich wie Bild und Spiegel-Bild verhalten, heißen **Enantiomere**. Es muss allerdings beachtet werden, dass zwischen dem Drehsinn (Vorzeichen des Drehsinns „+“ oder „-“) und der absoluten Konfiguration kein direkter Zusammenhang besteht.

Relative Betrachtung: D- und L-Konfiguration

Die Bezeichnungen „D“ und „L“ leiten sich ursprünglich von den lateinischen Worten „dexter“ für rechts bzw. „laevus“ für links ab.

Zur Ermittlung der relativen Konfiguration wird in der Fischer-Projektion die Hydroxy-Gruppe am untersten asymmetrischen Kohlenstoff-Atom herangezogen, d. h. steht die Hydroxy-Gruppe rechts davon wird das entsprechende Molekül mit dem Buchstaben „D“ bezeichnet und umgekehrt. In der Fischer-Projektion schreibt man das höchst-oxidierte C-Atom oben hin.



Enantiomere? Nein, identisch!

meso-Weinsäure

Aus den Abbildungen 2 und 3 lässt sich klar erkennen, dass es sich bei den Stereo-Isomeren mit S,S- und R,R-Konfiguration um ein Enantiomeren-Paar handelt. Betrachtet man die Stereo-Isomere in den Abbildungen 4 und 5 genauer, so sieht man, dass sich Bild (R,S) und Spiegel-Bild (S,R) durch eine Drehung der Fischer-Projektion um 180° zur Deckung bringen lassen. Beide Moleküle sind daher identisch. Eine Verbindung, die zwei Chiralitätszentren besitzt, aber deckungsgleich mit ihrem Spiegel-Bild ist, bezeichnet man als **meso-Verbindung**.

Zwei Stereo-Isomere, die sich nicht wie Bild und Spiegel-Bild verhalten, heißen **Diastereomere** (Bsp.: meso-Weinsäure und D-(-)-Weinsäure).

Zusammenfassung:

- Louis Pasteur lieferte die ersten Erkenntnisse zu stereo-chemischen Gegebenheiten in Molekülen.
- Ein Molekül ist z. B. dann chiral, wenn es mit seinem Spiegel-Bild nicht zur Deckung gebracht werden kann.
- Bei einem Stereo-Zentrum handelt es sich um ein asymmetrisch- d. h. mit vier Resten/Atomen/Gruppen tetraedrisch – substituierten sp^3 -Kohlenstoff.
- Weinsäure – 3 Stereo-Isomere: meso-Weinsäure, D-(-)-Weinsäure, L-(+)-Weinsäure.
- Die Traubensäure ist ein Racemat, also ein gleich-geteiltes Gemisch aus D-(-)-Weinsäure und L-(+)-Weinsäure.

Quellen:

1. Louis Pasteur: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pasteur-lebayle-1845.jpg?u-selang=de>; Urheber: Charles Lebayle, Lizenz: gemeinfrei; 26.06.2020
2. K. Peter, C. Vollhardt, Neil E. Shore, Organische Chemie, WILEY-VCH-Verlag, New York, 2007
3. K. Peter, C. Vollhardt, Neil E. Shore, Organische Chemie, WILEY-VCH-Verlag, New York, 2007
4. Jaenicke, Chemie in unserer Zeit, 1995, S.338-344
5. http://de.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur; 08.05.2009
6. <http://de.wikipedia.org/wiki/Weins%C3%A4ure>; 08.05.2009
7. <http://www.uni-kiel.de/anorg/lagaly/group/klausSchiver/pasteur.pdf>; 10.05.2009