

Optische Aktivität von Kohlenstoffverbindungen – Handeln und Erkennen im Wechsel

Albert Pröbstl

Summary

In the polarity of action and perception in chemistry the emphasis seems to be on action. Several stages in the development of the concepts of 'Optical Activity' and 'Chirality' since the 17th century show that physical experiments (actions) lead to several mathematical concepts, i.e. polarized light waves or three-dimensional molecular models. Such thinking came to the conclusion that 'two enantiomers of a compound are (nearly) the same'.

Another way of thinking, one which takes sense impressions seriously, comes to the opposite conclusion. Taste and smell often show that from the viewpoint of life 'two enantiomers are completely different substances'. For the future development of chemistry it seems necessary that chemists learn to judge between several ways of perceiving their actions and even feel with their actions when handling matter. Philosophical questions of chemistry arise for example in the problem of giving names (nominalistic or realistic) to substances.

Einleitung

Handeln und Erkennen bilden eine umfassende Polarität im menschlichen Leben. Im Alltag findet ein beständiges Hin- und Herschwingen zwischen einem mehr aktiven «Tun mit den Gliedmaßen = Handeln» und einem mehr passiven «Sichbesinnen, Erkennen» statt. Durch viele in die Gewohnheit übergegangene Handlungsabläufe wird dieses Pendeln oft nicht mehr bemerkt. Das ändert sich, wenn plötzlich etwas schief geht. Sowohl für das Kochen einer Mahlzeit (oder chemischen Verbindung) wie auch für die Arbeit am Computer wird dann ein ganz neues Nachdenken nötig, das eine neue, ungewöhnliche Tat auslösen kann.

Das Verhältnis von «Handeln und Erkennen in der Chemie» wird in diesem Beitrag in ganz verschiedenen (persönlichen) Ansätzen betrachtet werden. Ich möchte dies an einem Teilgebiet der Kohlenstoffchemie versuchen. Die so genannte «Organische Chemie» ist ein Gebiet, das sich historisch in besonderem Maße zwischen Physik und Biologie entwickelt hat. Sie ist bis heute ein Kernthema der Chemie geblieben.

Eine zentrale Eigenschaft vom Leben gebildeter Kohlenstoffverbindungen ist ihre so genannte Optische Aktivität oder Chiralität. Seit meinem Studium haben

mich die Erkenntnishintergründe dieser Begriffe interessiert. An den Beginn meiner Betrachtung möchte ich daher eine Art Definition stellen, wie man sie in einem Lehrbuch für Chemie (hier z.B. *Christen*, 1968, S. 194) der ersten Semester finden kann: «*Chiralität (Händigkeit von Molekülen)* ist die notwendige und genügende Voraussetzung für das Auftreten von *Optischer Aktivität*, d.h. der Fähigkeit der betreffenden Substanz, die *Polarisationsebene von linear polarisiertem Licht zu drehen*.» Diese Definition klingt beeindruckend, bei genauerem Nachdenken aber bemerkt man: Es ist kaum möglich zu bestimmen, wo man bei der Verständnissuche den Ansatzpunkt finden kann. Ein Begriff (kursiv) hängt in Wirklichkeit vom anderen ab, und der grundlegende Begriff ist nicht ohne weiteres zu identifizieren.

Handeln und Erkennen in der historischen Entwicklung der Kohlenstoffchemie

Es stellte sich heraus, dass ich das «Wachstum» jedes dieser Begriffe von den Anfängen des 19. Jahrhunderts bis heute daraufhin untersuchen musste, wie jeweils durch das «Handeln = experimentierendes Entdecken» der beteiligten Forscher und durch daran sich anschließende «Interpretationen = Erkenntnisversuche» Zug um Zug die Grundlagen für weite Bereiche der heutigen Chemie gelegt wurden. Erschwerend, aber um so interessanter lag vor, dass es im zweiten Teil obiger Definition um wichtige Fragen der Physik des Lichts, der Optik, geht. Denn was soll «linear polarisiertes Licht» sein, dessen «Ebene» «gedreht» werden kann?

Ein Resultat war, dass die historische Entwicklung des Begriffs Optische Aktivität einer Substanz von der Physik des 17. Jahrhunderts ausging, entscheidend zur Entwicklung der Chemie des 19. Jahrhunderts beitrug, und im 20. Jahrhundert stark auf die Entwicklung der Biochemie und Molekularbiologie Einfluss nahm. Dabei besteht stets die Schwierigkeit, das «eigentlich Chemische» zwischen Physik und Biologie gedanklich herauszuarbeiten.

Weiterhin war es aufregend, einige historische Experimente selbst durchzuführen, sie eigenhändig zu erleben. Im Selbsttun und genauen Hinterfragen des eigenen Tuns können überraschende Wendungen und ganz neue Fragen entstehen, die sogar neue, vielleicht grundlegende Experimente erstmals zugänglich machen.

Die historische Entwicklung zeigt zunächst: Das Handeln war nicht nur in der Chemie fast immer der Beginn einer Entwicklung! Man muss beispielsweise in das 17. Jahrhundert zurückgehen, um in der Geschichte der Optik den Ursprung der so genannten Polarisation des Lichts zu finden. Einige wichtige Stationen seien stichpunktartig aneinandergereiht (siehe auch Abb. 1; einige der Experimente wurden im Vortrag vorgeführt).

1669: Bartholinus entdeckte die Doppelbrechung des Isländischen Kalkspats (*Bartholinus* 1669).

1690: Huygens berichtete in seinem Hauptwerk über ein «phénomène merveilleux» (das wunderbare Phänomen), ein Experiment mit zwei Kalkspaten. Huygens beschrieb das Experiment genau, gab aber zu, dass es ihm unerklärbar sei (*Huygens* 1678/1690).

Dann kam es wissenschaftshistorisch gesehen zu einem eigenartigen Bruch: *Huygens* konnte das wunderbare Phänomen nicht erklären, *Newton* ebenso wenig: