

Auf dem Weg zu einer natürlichen Ordnung der Pflanzensubstanzen

Klaus Frisch

Introduction

Towards the end of his life Goethe expressed the hope that one day it would be possible to understand the chemical processes of a plant in a way just as satisfying as the one he had achieved at the morphological level (*Kuhn* 1988). In retrospect, one can get the impression that the conditions necessary for this were only available about a hundred years after his death in the 1920s or 1930s (*Frisch* 1995). Since then, whereas a great deal has been developed with reference to Goethe's morphological work (*Schad* 1982), a corresponding chemistry is still in its infancy (*Kalisch* 1996).

Here I will present some aspects of such a plant chemistry. In doing so, the choice of content will largely concentrate on the main themes of my own pursuit to date in this area. But in addition, what follows is also meant as a contribution to the question of knowledge frequently raised in this conference regarding a better understanding of the language of chemical formulae. Or, putting it more concretely, it is a contribution to the specific question: what is expressed by the so-called functional groups of plant substances? With reference to Goethe and Rudolf Steiner, the method will be a matter of finding out the broader circumstances in which the characteristic substances express themselves and trying to discover a qualitative ordering amongst them.

Einleitung

Schon Goethe äußerte in seinen letzten Lebensjahren die Hoffnung, dass es einmal möglich sein werde, auch die chemischen Prozesse in der Pflanze in einer ebenso befriedigenden Weise zu verstehen, wie ihm selbst das auf der morphologischen Ebene gelungen war (*Kuhn* 1988). Im Rückblick kann man den Eindruck gewinnen, dass die Voraussetzungen dafür erst etwa hundert Jahre nach seinem Tod, in den Zwanziger- oder Dreißigerjahren unseres Jahrhunderts, gegeben waren (*Frisch* 1995). Während seither an Goethes morphologische Arbeiten vielfach angeknüpft worden ist (*Schad* 1982), steckt aber eine entsprechende Chemie immer noch in den Anfängen (*Kalisch* 1996).

Hier sollen einige Aspekte einer solchen Pflanzenchemie dargestellt werden, wobei die inhaltliche Auswahl sich weitgehend nach den Schwerpunkten der eigenen bisherigen Erkenntnisarbeit auf diesem Gebiet richten wird. Zugleich sind die folgenden Ausführungen aber auch als Beitrag zu der auf dieser Tagung schon

mehrfach angesprochenen Frage nach einem erweiterten Verständnis der chemischen Formelsprache gemeint, oder konkreter zu der Teilfrage: Was kommt in den so genannten funktionellen Gruppen der pflanzlichen Substanzen zum Ausdruck? Methodisch wird es sich, in Anlehnung an Goethe und Rudolf Steiner, darum handeln, die großen Zusammenhänge aufzusuchen, in denen charakteristische Substanzen auftreten, und darin nach einer qualitativen Ordnung zu suchen.

Eine sinnvolle Fragestellung als Ausgangspunkt der Betrachtung

Die pflanzliche Substanzbildung beginnt mit der Photosynthese, der Reduktion des Kohlendioxids zu Kohlenhydraten mit Hilfe des Lichtes. Aus Kohlenhydraten geht dann auf verschiedenen Wegen die ganze Vielfalt der organischen Pflanzsubstanzen hervor. Dabei können unmittelbar zwei qualitativ gegensätzliche Richtungen der Substanzverwandlung unterschieden werden: Einerseits kann die Reduktion weiter fortgesetzt werden, und es entstehen die verschiedenen lipophilen, also im weitesten Sinne fettartigen Substanzen, oder es kann umgekehrt wieder eine partielle Oxidation erfolgen, aus der vor allem organische Säuren und wiederum Kohlendioxid hervorgehen.

Was heißt aber in diesem Zusammenhang «Oxidation» oder «Reduktion»? Das sind ja zunächst Begriffe aus der Anorganik. Überträgt man sie einfach – wie es gewöhnlich geschieht – auf die Verhältnisse des Lebendigen, dann besteht die Gefahr, dass man dadurch Wesentliches verdeckt. Denn es könnte sein, dass die beiden polaren Richtungen, die mit diesen Namen belegt werden, im Lebendigen noch eine ganz andere Bedeutung haben, als sie im Anorganischen zeigen können. Fragen wir also: Was bedeutet «Oxidation», was bedeutet «Reduktion» im Leben der Pflanzen?

Eine erste und keineswegs neue Antwort könnte lauten: Stärker reduzierte Substanzen haben einen höheren Wert als Atmungssubstrate, stärker oxidierte einen geringeren. Unter diesem Gesichtswinkel sind deshalb Fette «energiereicher» und Pflanzensäuren «energieärmer» als Kohlenhydrate. Zieht man das in Betracht, erhalten die Begriffe Reduktion und Oxidation schon einen anderen Inhalt als in der Definition im Chemie-Lehrbuch. Immer noch sind es aber chemisch-physikalische Begriffe, nur etwas modifiziert durch die Berücksichtigung spezieller Gegebenheiten. Und mit dem realen Leben der Pflanzen haben auch diese modifizierten Begriffe noch wenig zu tun, denn die meisten lipophilen Substanzen können im pflanzlichen Stoffwechsel gar nicht veratmet werden, und selbst das Fett ist (wie wir noch sehen werden) in dieser Hinsicht nahezu bedeutungslos. Zu wirklich biologischen Begriffen können wir erst kommen, wenn wir konkret die jeweiligen Lebensverhältnisse betrachten, in denen stärker oxidierte oder stärker reduzierte Substanzen auftreten, und von da her unsere Begriffsinhalte nehmen.

Das Lebensumfeld der pflanzlichen Lipide

Betrachten wir unter den Lipiden, also den stark reduzierten, lipophilen Substanzen der Pflanzen, zunächst die wachsartigen Substanzen. Was in der Biologie als