

Wozu Chemie für Biologen ?

Sämtliche Lebewesen bestehen aus chemischer Materie. Sie stehen in Stoff- und Energieaustausch mit der unbelebten, anorganisch-mineralischen Oberfläche der Erde und ihrer Atmosphäre, und die Wechselwirkungen der Stoffe und Strukturen in lebenden Zellen und zwischen Organismen folgen ebenfalls chemischen und physikalischen Gesetzen. Es ist also leicht, die Bedeutung von Chemie für die Biowissenschaften prinzipiell zu begründen; es ist keineswegs leicht, den dafür benötigten Ausschnitt und Umfang der Chemie *genau* zu definieren, und schon gar nicht, die in einem biologisch interessanten Einzelfall tatsächlich ablaufenden chemischen Reaktionen - etwa zwischen einer Pflanze und einem Schadstoff - vorherzusagen.

Die Schwierigkeiten, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Chemie und Biologie zu finden, sind groß. In der wissenschaftlichen Praxis kommen sich beide seit langem immer näher, aber sie werden getrennt gelehrt, und jedes Fach erfordert schon für sich allein überaus großes Faktenwissen. Selbst als "Hilfswissenschaft" des Biologen muß Chemie heute immer mehr, bisher vernachlässigbare Elemente berücksichtigen: Für die Leberfunktion von Tier und Mensch ist beispielsweise Selen im Enzym Glutathionperoxidase essentiell, und die Entdeckung der Stickstoff-Fixierung mit Vanadium neben der schon bekannten Rolle von Molybdän im Enzym Nitrogenase war vor Jahren eine kleine Sensation. Es gibt kein Patentrezept, dieses zunehmende Wissen zu bewältigen.

Die traditionell verschiedenen Denkweisen von Biologie und Chemie - hie "belebte" Natur, da "nur" tote Materie - sind auch objektiv nicht einfach zusammenzuführen. Wir kennen inzwischen viele biochemische Mechanismen von Stoffwechsel und Genetik in lebenden Zellen bis ins atomare Detail und ahnen molekulare Zusammenhänge selbst in so komplexen Bereichen wie Zelldifferenzierung, Energieproduktion oder Signalverarbeitung. Jedoch bestehen diese chemischen Systeme aus so vielen, so großen und oft ungewöhnlich gebauten Molekülen, daß sie rein praktisch-analytisch noch nicht vollkommen beschrieben und erst recht nicht physikalisch-chemisch in ihren Gesetzmäßigkeiten behandelt werden können. Da vermutet heute noch mancher, daß Lebewesen eben doch "anderen" Gesetzen gehorchen und daß die Beschäftigung mit Chemie ohnehin müßig sei. Diese Vermutung ist mit Sicherheit falsch. Biologen können nicht auf Chemie verzichten, schon aus praktischen Gründen nicht und auch grundsätzlich, zum Erkenntnisgewinn, nicht.

Welche chemischen Grundlagen sind für wissenschaftliche Arbeit in Biologie, Mikrobiologie oder Biochemie wirklich unumgänglich? Etwa die folgenden:

- Praktische Kenntnisse der im Labor und im Freiland ständig benötigten Säuren und Basen, Puffer, Oxidations- und Reduktionsmittel, Komplexbildner, Konservierungsstoffe, der Reaktionen und Reagentien zur Bestimmung zentraler Metaboliten wie Glucose, Aminosäuren oder energiereiche Phosphate. Es muß klar sein, wie diese Chemikalien mit Biomolekülen reagieren und warum.
- Einige Eigenschaften und Reaktionsweisen der für organisches Leben essentiellen anorganischen Verbindungen von Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Eisen, Magnesium, Calcium und einigen anderen Metallen. Neben den zum Aufbau der Biosphäre "richtigen" Reaktionen sollten auch chemische Prozesse verstanden werden, die zu saurem Regen, zur Eutrophierung von Gewässern oder anderen schädlichen Konsequenzen führen.
- Kenntnisse derjenigen Stoffklassen der Organischen Chemie, die uns in Naturstoffen und im Stoffwechsel ständig begegnen: Organische Säuren und Basen, Alkohole, Carbonylverbindungen, einige Aromaten und Heterocyklen, Farbstoffe; ferner der wichtigsten Typen chemischer Bindungen, Reaktionen und Katalyse. Möglichkeiten zur Identifizierung organischer Verbindungen durch chemische, chromatographische und spektroskopische Verfahren sollen in einzelnen markanten Fällen (z. B. für Aldehyde oder Aminosäuren) bekannt sein, aber bleiben i. a. der Biochemie und speziellen Naturstoffanalytik vorbehalten.
- Schließlich Vertrautheit mit den Eigenschaften einiger einfacher organischer Substanzen, die als Monomere und Polymere Zellen aufbauen und am Leben erhalten: Fette, Zucker, Aminosäuren und Proteine. Unser Praktikum soll Grundlagen für ein Biochemisches Praktikum legen.

Chemie ist durch ihre unentbehrliche Formelsprache keine leicht zu verarbeitende Materie, und selbst die hier skizzierte, begrenzte Auswahl ist kein geringes Programm. Es erfordert neben der praktischen Arbeit den Besuch von Vorlesungen und das Studium von Lehrbüchern. Das Praktikumsbuch ist allerdings so angelegt, daß man beim Fehlen von chemischen Vorkenntnissen *notfalls* hier ein Minimalwissen erwerben kann, das für manche biologischen Arbeitsfelder ausreichend sein mag. Dann müssen Sie aber die Theorie dieses Buches *vollständig* durcharbeiten, die Übungsaufgaben lösen und im Praktikum und Seminaren den Umgang mit chemischen Problemen so oft wie möglich üben.

Der Chemie steht in Studienplänen für Biologie an verschiedenen Orten verschieden viel Zeit und Spielraum zur Verfügung. Das Buch kann für ein komplettes einsemestriges Chemiepraktikum wie auch für separate Praktika in Anorganischer (Allgemeiner) und Organischer Chemie benutzt werden. An einigen Stellen (z.B. Nichtmetalle und Metalle; Farbstoffe; Chemie in Alltag und Umwelt) enthält es thematisch unterschiedliche, aber im Lernzweck verwandte Versuche, unter denen eine Auswahl getroffen werden kann; Praktikumsleiter, Assistentinnen und

Assistenten mögen jeweils individuell entscheiden, welche Versuche und Analysen ggf. fortfallen dürfen. Die Kapitel über Enzymkatalyse und Proteine können verkürzt werden, wenn der Stoff in einem Biochemischen Praktikum behandelt wird.

Die Tabellen im Anhang dieses Buches enthalten Informationen, die über das Studium hinaus für Sie im Alltag eines Biologie-Labor nützlich sein können, der zunehmend von chemischen Analysen und Verfahren geprägt ist. Ferner sind im Anhang empfehlenswerte Bücher und Nachschlagewerke zum vertieften Studium chemischer Zusammenhänge in Theorie und Praxis aufgeführt.

Wir widmen das Buch Emanuel Pfeil und Ernst Gerstner, die schon vor vielen Jahren an der Universität Marburg eine sinnvolle Chemie-Ausbildung für Biologen praktiziert haben und deren Praktikumsanleitung einigen Versuchen zugrunde liegt. Zahlreichen anderen Fachkollegen danken wir für Anregungen. Besonderer Dank gebührt Martina Wille für die perfekte Textgestaltung.

In der hier vorliegenden 2. Auflage sind Druckfehler korrigiert, die Literaturangaben aktualisiert und andere kleine Verbesserungen eingefügt worden.

Allen Studierenden wünschen wir eine doppelte Erkenntnis: Chemie kann man verstehen, und sie kann – ebenso wie das eigene Fach – sogar Spaß machen.