

Essay

Das ABC der Probleme der universitären Chemie

An Hochschulen gibt es drei grundsätzliche Schwierigkeiten, findet der Chemiker Manfred Wilhelm und will zu einem Diskurs anregen: über die Probleme sowie mögliche Lösungen in den Naturwissenschaften allgemein und insbesondere in der Chemie.

Meiner Ansicht nach sind die drei wesentlichen Herausforderungen der Chemie an Universitäten Alchemie, Glaube und Korrelation. Mit englischen Wörtern betrachtet haben sie sich bei mir unter der Abkürzung „ABC-Probleme“ verfestigt. Was ich damit meine:

Alchemie: A wie Alchemy

Das „A“ steht für Alchemy, als Synonym für das noch unverstandene Experiment. Die Alchemie als Vorläufer der Chemie betonte die Neugier am Experiment, welches bisher Ungesehenes hervorbringen sollte.

Dennoch haben sich Alchemisten sicherlich reproduzierbare Experimente gewünscht: Das Versprechen gegenüber einem Fürsten, etwa edle Materialien herzustellen, sollte besser eingehalten werden. An den Fürstenhöfen im Mittelalter und in der frühen Neuzeit war man wenig zimperlich, und so hingen Leib und Leben von der Reproduzierbarkeit des Experiments sowie der Abreisegeschwindigkeit des Alchemisten ab.

Die Naturwissenschaften heute suchen das Experiment und möchten danach mit entsprechendem Verständnis Vorhersagen für weitere Experimente treffen. In Kürze: *Alchemy is the power to reproduce and science is the power to predict.*



Manfred Wilhelm leitet seit 2005 den Lehrstuhl Polymere Materialien am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Forschungsschwerpunkte sind Methodenentwicklung in der Rheologie und Chromatographie, anionische Synthese von Modellsystemen sowie Polyelektrolyte. Zuvor studierte er in Mainz und Toronto und war Professor in Darmstadt.

Momentan steigen die experimentellen Methoden in Anzahl, Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit. Gleichzeitig werden die synthetisierten Moleküle und Aggregate immer komplexer. Empirisch gilt die Ungleichung: Komplexität der verwendeten Methode mal Komplexität des untersuchten Moleküls oder Aggregats sollte unterhalb eines Wertes liegen. Dieser abstrakte Wert ist per se unbekannt und erhöht sich mit der Zeit. Bin ich unterhalb dieses Werts, kann es mit dem Verstehen und Vorhersagen klappen.

Es ergibt sich beim Lesen und Referieren von Fachartikeln, Anträgen und Abschlussarbeiten der subjektive Eindruck: Für dieses Produkt aus Komplexität der Methode mal Komplexität des Moleküls überschreiten wir immer öfter einen kritischen Wert, und wir entwickeln uns in Richtung Alchemie zurück. Vieles wird reproduzierbar synthetisiert, vieles reproduzierbar gemessen. Aber entsteht daraus grundlegendes Verständnis sowie die Möglichkeit der Vorhersage?

Glaube: B wie Belief

Das „B“ steht für Belief, also für Glaube. Um die vielfältigen Methoden, Theorien und Substanzklassen parat zu haben, werden diese gelehrt und gelernt. Falls Teile davon aber zu keinem Zeitpunkt verstanden wurden, entstehen katechetische Naturwissenschaften: Man glaubt an Formeln oder Geräte in einem Umfang, der jeder Religion zur Ehre gereichen würde. Gleichzeitig betonen wir aber gerade innerhalb der Naturwissenschaften, keine Gläubigen zu sein.

Auf die Frage in einer Promotionsprüfung, wie die umfangreich genutzte dynamische Lichtstreuung funktioniert, antwortet der Prüfling mit dem Hersteller der Apparatur, der Probenvorbereitung und dem Namen der Software. Was das Spektrometer prinzi-

piell macht, also Fluktuationen der Lichtintensität messen, korrelieren, Laplace-transformieren, Stokes-Einstein, etc., hat sie oder er nie gelernt. Der Glaube an die Qualität der verwendeten Software und Gerätschaften war aber unerschütterlich.

Jede Kollegin, jeder Kollege an der Universität kann von solchen Erlebnissen berichten. Diese sind nicht die Regel, zeigen aber ein grundsätzliches und wachsendes Problem, dem wir beständig und beharrlich entgegenwirken müssen.

Das teilweise Nichtwissen respektive Nichtverstehen ist nachvollziehbar. Bei dem Umfang des heutigen chemischen Wissens kann jede:r Einzelne nur einen Bruchteil parat haben. Wir müssen aber gerade deswegen dafür sorgen, den eigenen Anteil des Verstehens nicht weiter zu verringern und die Bedeutung logischen Denkens und grundlegender Kenntnisse unserer eigenen Analyse zu fördern.

Liegt die große Hoffnung vielleicht bei Machine Learning? Sicher wird die KI auf einem neuen Niveau analysieren, in welchen Beziehungen die verwobenen Messwerte der vielen Messmethoden zueinander stehen. Aber werden wir die Resultate wirklich verstehen oder doch nur dem neuronalen und nicht deterministischen Netzwerk glauben? Es ist offen, ob KI grundlegende Begrenzungen von Methoden erfassen und vollständig neue Methoden entwickeln kann.

Wir sollten öfters Kant vertrauen und in seinem Sinne im Zweifel das eigene Großhirn zu Rate ziehen – „Habe Mut, dich deines Verstandes zu bedienen“. Die Ausbildung in den Grundlagen und das Selbstvertrauen in das eigene Nachdenken ist deshalb zu stärken.

Korrelation: C wie Correlation

Das „C“ steht für Correlation – im übertragenen Sinne für Relevanz oder auch Anwendungsnähe. Jede Universität, jedes Fachgebiet als Teil der Gesellschaft steht in einer Korrelation zu Wissen, Bildung von Menschen, unserer Volkswirtschaft, der sozialen Marktwirtschaft und unserem Wohlstand. Mit was wollen wir Chemie korrelieren, und wo wird die Korrelation vielleicht schwächer und eröffnet dadurch zukünftige Probleme?

Um diesen Punkt zu motivieren: Taxifahrer:in ist ein anständiger Beruf. „Das könnt ihr beruflich machen“, sage ich zu meinen Promotionsstudent:innen und meine das ernst. Wenn aber demnächst alle promovierten Chemiker:innen nach der Promotion Taxifahren, haben wir ein volkswirtschaftliches Problem.

Die Universitäten dürfen auf keinen Fall die Werkbank einer Firma sein, sondern sollten dieser Firma oder Industrie viele Jahre Innovation voraus haben. Das größte deutsche Chemieunternehmen aus Ludwigshafen macht über 60 Mrd. Euro Umsatz jährlich, bei geschätzten 3000 promovierten Chemiker:innen, Chemieingenieur:innen und Physiker:innen, die für Innovation und Umsetzung verantwortlich sind. Das heißt: Ein promovierter Arbeitnehmer dieser Firma steht im Mittel für ca. 20 Mio. Euro Umsatz pro Jahr – wobei Produktion, Verkauf etc. natürlich noch viele andere Beteiligte mit Fachwissen benötigen.

Dieser Umsatz erzeugt weitere Arbeitsplätze, schöpft Werte und finanziert die Gesellschaft als Ganzes mit. Wenn wir in der Chemie als universitäres Fachgebiet den Bezug zur Industrie und zur Gesellschaft zu stark reduzieren, haben wir ein langfristiges Problem.

Thematische Bezüge und Korrelationen sind nicht quantifizierbar und dabei wechselseitig. Die chemische Industrie sowie die zugehörigen Firmen müssen die Universitäten stärker direkt fördern, um dadurch relevante wissenschaftliche Fragen an die Universitäten zu geben. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Max-Planck-Gesellschaft betonen – sinnvollerweise – die Wichtigkeit der Grundlagenforschung und weniger den direkten volkswirtschaftlichen Bezug oder die dafür gebotene Ausbildung.

Diese Aufteilung zwischen Industrie und Akademia hilft idealerweise dabei, Forschungstrends langfristig auszugleichen.

Vor etwa 30 Jahren traf eine konjunkturelle Schwankung die Elektrochemie. Fast alle Lehrstühle wurden eingestellt oder umgewidmet, und seit etwa 2010 wurde mit hohem finanziellen Einsatz die Batterieforschung wieder etabliert. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich gerade in der Kautschukindustrie (ca. 100 000 Mitarbeiter:innen in Deutschland) und der dazugehörigen universitären Forschung.

Universitäten benötigen Mittel, um über alle Fächer hinweg auszubilden und eine intellektuelle, kulturelle sowie gesellschaftlich relevante Bedeutung zu erzielen.

Zusammenfassend sollten in der universitären Ausbildung die Grundlagen betont werden. Zudem sollten den Promovenden die Fähigkeit und das Selbstvertrauen gegeben werden, das wissenschaftliche Denken zu fördern. Die Industrie ist aufgerufen, interessante Fragen und entsprechende Mittel zu liefern. Dann werden unsere Absolvent:innen weiterhin Spaß haben, sich engagieren und kreative Ideen schnell in der industriellen Praxis umsetzen. ■