

Der Lehrer und die Atome

John Dalton war ein glücklicher Mann. Er hatte immer unterrichten wollen, obgleich dies im 18. Jahrhundert ein wenig ungewöhnlich war für jemanden mit seinem sozialen Status. Er war der Sohn eines Webers, der ein Stückchen Land besaß, und wie viele Kinder seiner Zeit musste John bereits sehr früh mitarbeiten. Dennoch hatte er es schließlich geschafft: Seit ein paar Jahren oder, um genauer zu sein, seit dem Jahr 1793, hatte er schließlich eine Position als Lehrer für Mathematik und Naturphilosophie am neu gegründeten College von Manchester. Kurz nach seiner Anstellung war er auch ein Mitglied der Manchester Literary and Philosophical Society geworden, einer der hervorragendsten englischen wissenschaftlichen Gesellschaften am Ende des 18. Jahrhunderts. Dalton liebte es zu unterrichten, er hatte bereits im Alter von zwölf Jahren damit begonnen in einer Provinzschule Unterricht zu geben. Aber er liebte auch die Wissenschaften, und seine neue Position bot ihm die Gelegenheit, beide Leidenschaften zu kombinieren.

Vor allem mochte Dalton die Chemie. In einem Labor zu stehen und Experimente durchzuführen, bei denen neue Substanzen hergestellt und analysiert wurden, war eine der Sachen, bei denen er wirklich gut war, und wo er wirklich glücklich war.

Vor kurzem hatte es in der Chemie deutliche Veränderungen gegeben, Luft hatte sich als eine Mischung einiger Gase herausgestellt, statt ein Element zu sein zu sein. Der Franzose Antoine Lavoisier hatte ein neues chemisches System vorgestellt, das verbunden war mit der Durchführung von quantitativen Experimenten und der Verwendung von extrem empfindlichen Waagen. Damit wurden chemische Reaktionen nicht nur im Hinblick auf die Substanzen analysiert, die sich zu neuen Stoffen kombinieren ließen, sondern auch in einer quantitativen Art und Weise. Obwohl viele Chemiker noch dieses neue System und diese neue Methode ablehnten, war Dalton begeistert davon. Die Kombination der chemischen Manipulation und der mathematischen Genauigkeit war etwas, das sein Interesse und seine Kompetenzen traf. Und mit diesem neuen Ansatz hatte Dalton neue Einsichten gewonnen, die er im Begriff war, zum ersten Mal in seinem Unterricht zu verwenden.

Er richtete sich auf und öffnete die Tür zu seinem Klassenzimmer. Wie üblich saßen dort die Studenten, und sie erhoben sich, als Dalton den Raum betrat. Wie üblich waren im Raum Chemikalien, und Apparate standen auf dem Tisch. Jedoch würde dieses Mal der Unterricht anders als üblich sein.

Dalton begann zu sprechen, und er sprach über das neue, quantitative Konzept in der Chemie: Er betonte, dass es immer feste Beziehungen zwischen den Massen der zwei Substanzen geben würde, die in einer chemischen Reaktion eine neue Substanz bilden. Unter diesem Gesichtspunkt wurde die Chemie zu einer ma-

thematischen Wissenschaft. Die Studenten schien dies nicht zu interessieren. Dalton spürte, dass er sich etwas darüber ärgerte, aber dann hob Smythe, ein Junge, der in der ersten Reihe saß und einer der klügsten und interessiertesten Studenten in seinem Chemieunterricht war, seinen Arm:

„Sir, Entschuldigung, darf ich eine Frage stellen?“

„Natürlich“, antwortete Dalton, der neugierig war, was für eine Frage sich aus diesen einfachen Zahlenverhältnissen, die er gerade diskutierte, stellen könnte.

„Warum gibt es diese festen Verhältnisse der Massen der Elemente bei den chemischen Reaktionen?“, fragte Smythe.

„Warum?“ – diese Frage hatte sich Dalton nie gestellt. „Warum?“ Dalton stand stumm im Raum und dachte nach. „Warum?“ Keine der Arbeiten der modernen Chemiker beschäftigte sich mit dieser Frage. Chemische Anweisungen in diesen Arbeiten waren ein wenig wie Kochrezepte, wenn er ihnen folgte, erhielt er die beabsichtigten Ergebnisse. „Warum?“

Schließlich richtete Dalton sich auf und lächelte Smythe müde an: „Dieses ist eine ausgezeichnete Frage, aber die chemische Theorie ist noch nicht an dem Punkt, an dem wir eine solche Frage beantworten können. Z.Z. sammeln wir Daten und Erfahrungen, und es wird eine der zukünftigen Aufgaben sein, ein Verständnis der diesen empirischen Ergebnissen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten zu entwickeln. Sie sehen, Chemie ist noch keine abgeschlossene Wissenschaft.“ Der Junge schien nicht mit dieser Antwort zufrieden zu sein, jedoch war er intelligent genug um zu wissen, dass er keine bessere Antwort erhalten würde.

Schließlich war die Unterrichtsstunde zu Ende, aber Dalton war immer noch frustriert, und er konnte diese eine Frage nicht aus seinem Kopf bekommen: "Warum?" Was eine Demonstrati-

on des Potenzials der neuen Chemie von Lavoisier und des Potenzials des damit verbundenen quantitativen Ansatzes sein sollte, hatte sich als eine Enttäuschung herausgestellt. "Warum?" – Dalton beschlich das Gefühl, dass es sich tatsächlich um eine Frage handelte, die mehr Nachdenken erfordern und nicht leicht zu beantworten sein würde.

Einige Jahre später dachte Dalton immer noch an diese Episode, aber seine Perspektive hatte sich von anfänglicher Frustration zur Faszination entwickelt. In der Zwischenzeit hatte er seine Position als Lehrer aufgegeben. Mittlerweile war er ein unabhängiger Chemiker, der seinen Lebensunterhalt durch die Erziehung von Kindern der wohlhabenden Industriellen Manchester verdiente – weniger Lehrverpflichtung, bessere Bezahlung und mehr Zeit für die Forschung. Und jetzt saß er gerade in einer Kutsche nach London, wo er einen Vortrag in der renommierten Royal Institution halten würde, einen Vortrag, der die Ergebnisse seiner Forschungen der letzten Jahre zusammenfasste, Forschungen, die von dieser Frage ausgelöst worden waren, die der Schüler Smythe ihm gestellt hatte.

Dalton hatte viel im Labor gearbeitet, aber er untersuchte nicht mehr die Stoffe, die aus anderen Stoffen hergestellt werden können oder in andere Stoffe zersetzt werden konnten. Stattdessen versuchte er, mathematischen Regeln in den chemischen Reaktionen zu finden, so dass diese über das Rezept hinausgingen. Die einfachste Regel (die schon länger bekannt war) bestand darin, dass chemische Substanzen immer in einem gewissen Massenverhältnis der Ausgangsstoffe reagieren. Darüber hinaus war es noch viel bemerkenswerter, dass es mehr quantitative Beziehungen gab, als er es zunächst erwartet hätte: So hatte er festgestellt, dass 2g Wasserstoff mit 16g Sauerstoff reagieren, die gleiche Menge würde auch mit 32g Schwefel reagieren. 56g Eisen würden auch mit 16g Sauerstoff reagieren, und die gleiche Menge Eisen würde auch mit 32g Schwefel reagieren. Darüber hinaus gab es zwei Substanzen, die aus Schwefel und Sauerstoff gebildet werden könnten - eine bestand aus 1g Schwefel und 1g Sauerstoff, die andere aus 2g Schwefel und 3g Sauerstoff. Es gab noch andere chemische Substanzen, bei denen er ähnliche Verhältnisse gefunden hatte, und Dalton hatte das Gefühl, es müsse eine verborgene Wahrheit in der Natur geben, die als Erklärung dieser Verhältnisse dienen könnte. Warum waren diese chemi-

schen Substanzen aus Elementen mit festen Zahlenverhältnissen aufgebaut, und warum hatten diese Zahlen zueinander ein bestimmtes Verhältnis?

Das Durchsuchen der Arbeiten früherer Chemiker hatte ihn nicht weitergebracht, – Lavoisier war zweifellos der Forscher, der den Grundstein zur Art und Weise gelegt hatte, wie in der modernen Chemie geforscht werden sollte. In seinen Veröffentlichungen fand sich jedoch keine Erklärung für dieses Verhalten. Und dann stieß er eines Tages beim flüchtigen Durchblättern einiger älterer Bücher in der Bibliothek auf ein Argument von Aristoteles, der einen anderen griechischen Philosophen kritisierte, einen Mann namens Demokrit, der sich Atome vorgestellt hatte, kleinste, untrennbare Partikel, die alle Stoffe bilden sollten. Als er diese Passagen las, wurde die Lösung für Dalton sofort kristallklar – das war es, hier war die Erklärung, nach der er gesucht hatte. Wenn es Atome gibt, dann würden diese das quantitative Verhalten erklären. In den folgenden Monaten überdachte Dalton diese Erklärung immer wieder, wiederholte einige seiner Experimente nochmals und prüfte deren Ergebnisse und entwickelte seine Interpretation weiter. Am Ende war Dalton in der Lage, einige einfache Aussagen zu formulieren, die alle seine chemischen Ergebnisse erklärten:

1. Atome können nicht hergestellt oder zerstört werden.
2. Alle Atome des gleichen Elements sind identisch.
3. Verschiedene Elemente haben verschiedene Arten von Atomen.
4. Chemische Reaktionen liegen vor, wenn Atome sich neu zueinander orientieren.
5. Verbindungen entstehen aus Atomen der sie bildenden Elemente.

Diese fünf Sätze bildeten die Basis seiner neuen chemischen Theorie, und er ging noch einmal das Manuskript des Vortrags durch, den er an der Royal Institution halten sollte. Dann kam die Kutsche schließlich in London an, Dalton stieg aus und schaute sich um. Er war bereit, den Chemikern und allen anderen Zuhörern seines Vortrags seine neue Theorie vorzustellen und zu erläutern.

Am nächsten Tag stand Dalton im Vortragsaal der Royal Institution – die Sitzplätze im Raum waren gut besetzt. Dalton begann, seine ersten Experimente zu beschreiben, gab die Zahlen der quantitativen Analyse an und stellte schließlich seine erste Schlussfolgerung vor: „Materie besteht aus Atomen, Teilchen, die nicht zerstört werden oder hergestellt werden können.“ Er nahm etwas Irritation im Publikum wahr, aber er fuhr mit seiner Darstellung fort. Allerdings hatte er mehr und mehr das Gefühl, dass sein Publikum zunehmend irritiert war. Schließlich formulierte er seine abschließende Schlussfolgerung: „Das Modell der Atome ist in der Lage, das chemische Verhalten von Substanzen zu erklären, soweit wir es heutzutage kennen, und es ist ein wertvolles Werkzeug für die zukünftige Forschung.“ Nachdem Dalton geendet hatte, herrschte zunächst Ruhe im Raum, dann stellte ein älterer gelehrter aussehender Mann eine Frage, die anscheinend die meisten Personen im Publikum bewegte: „Herr Dalton, haben Sie überhaupt jemals ein Atom gesehen?“

Es herrschte gespannte Stille im Raum, dann antwortete Dalton: „Ähm, nein, nein, natürlich nicht, aber...“

Der Mann unterbrach ihn: „Gut, Herr Dalton, vielen Dank für Ihre ... Hypothese, aber Sie wissen, hier in London beschränken wir unsere wissenschaftliche Arbeit ausschließlich auf wahrnehmbare Tatsachen...“

Dalton stieg das Blut in seinen Kopf, und während er seinen Blick über die Gesichter im Publikum schweifen ließ, wurde ihm klar, dass der

Vortrag, auf den er so viele Hoffnungen gesetzt hatte, ein kompletter Fehlschlag gewesen war. „Vielen Dank, meine Herren, für Ihre Zeit und Ihre Aufmerksamkeit“, war alles, was er noch murmeln konnte, und dann verließ er den Vortragsaal hastig.

Obleich Daltons Theorie von einigen Chemikern sehr schnell angenommen wurde, wiesen andere sie zurück. Ein Schlüsselproblem war die Annahme, dass jedem Element ein anderes Atom zukam, infolgedessen gab es zu Beginn des 19. Jahrhunderts ungefähr dreißig verschiedene Atome, und ihre Zahl erhöhte sich weiter. Anstatt die Struktur zu vereinfachen, machte Daltons Atomtheorie die Natur scheinbar komplexer. Bis mehr als 60 Jahre nach Daltons Tod dauerten die Kontroversen über die Gültigkeit der von ihm formulierten Atomtheorie an.

Der Lehrer und die Atome was edited by Panagiotis Kokotas and it is based, in part, on **Historical Background: Atome** written by Peter Heering and on **Biography: Antoine Laurent Lavoisier** written by Grazyna Draskowska.

Der Lehrer und die Atome was written by Peter Heering with the support of the European Commission (project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) and The University of Flensburg, Germany. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.