NWA-Tag 2005

Mikrokosmos und Makrokosmos

Einfache Atommodelle verstehen und interpretieren können

Dalton, Rutherford und Bohr. Diese Namen hat wahrscheinlich jeder von uns schon irgendwann einmal gehört. Doch welche sensationellen Entdeckungen stehen hinter diesen berühmten Wissenschaftlern?
Die Atommodelle dieser drei Persönlichkeiten werden im folgenden kurz erklärt. Anschließend werden Vorschläge zur Erarbeitung dieser komplexen Themen anhand von Text- und Bastelarbeit zur Verfügung gestellt.

Vorgelegt von:

Michaela Kasdorff
M.Kasdorff@gmx.de

Yvonne Baumann
Y.Baumann@gmx.de

Einfache Atommodelle verstehen und interpretieren können

In der Realschule werden in der Regel drei verschiedene Atommodelle im Chemieunterricht behandelt, das Atommodell nach Dalton, nach Rutherford und nach Bohr.

Das Atommodell nach Dalton

Die Vorstellung von Atomen hat ihren Ursprung bereits um 400 v. Chr., als der griechische Philosoph Demokrit eine Lehre von kleinsten Teilchen entwickelte. Er war der Ansicht, dass man alle Stoffe so lange teilen kann, bis man zu unsichtbaren kleinsten Teilchen kommt. Ein paar Jahre später meinte Aristoteles, dass die Stoffe bis ins Unendliche teilbar sind. Diese Theorien basierten nur auf Überlegungen, nicht auf Experimenten. Das Wort „Atom“ kommt aus der griechischen Sprache und bedeutet unteilbar.
Dieses Atommodell wurde schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts vom englischen Chemiker John Dalton (1766 – 1844) aufgrund von Experimenten entwickelt.
Nach John Dalton sind Atome kleinste Teilchen mit kugelförmiger Gestalt, die unveränderlich und unteilbar sind. Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in ihrer Größe und Masse. Es gibt dementsprechend so viele Atomsorten wie Elemente[1].
Dieses Atommodell wird im Chemieunterricht verwendet, um die Ordnung der Elemente im Periodensystem zu erklären. Unbewusst spielt sie auch eine Rolle bei der ersten Erklärung für chemische Reaktionen, allerdings bleibt man an dieser Stelle im Chemieunterricht noch beim Teilchenbegriff, um die Schüler nicht mit zwei sehr theoretischen Vorstellungen aus der Bahn zu werfen.

[1] Elemente sind Reinstoffe, die sich nicht in andere Stoffe zerlegen lassen. Alle bekannten Elemente sind im Periodensystem der Elemente aufgeführt.

Das Atommodell nach Rutherford (Kern-Hülle-Modell)

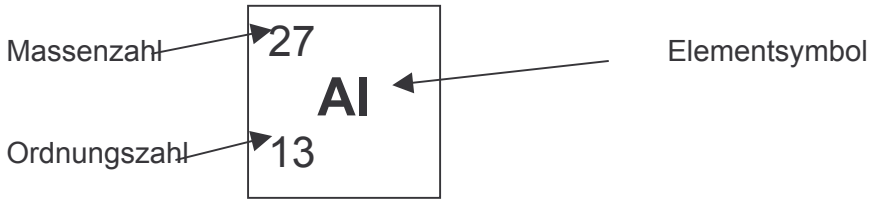
Die Chemie war am Anfang des 19. Jahrhunderst in einem sehr schlechten Zustand. Es waren bereits viele Dinge bekannt, wie die z. B. die Eigenschaften der verschiedenen Stoffe. Verschiedene Modelle wurden nur akzeptiert, wie die Vorstellung, dass es Atome und Moleküle gibt, aber es wurde immer noch gezweifelt und die Existenz wurde in Frage gestellt. Das Periodensystem war ein logisches Konstrukt, das sich bewährt hatte und zur Entdeckung weiterer Elemente geführt hat, doch warum gerade diese Struktur sinnvoll war wusste niemand. Rutherford beschrieb so die Chemie als eine große, lose Briefmarkensammlung ohne Album. So suchte man nach einer Erklärung und diese erhoffte man sich durch die Erforschung der kleinsten Teilchen.
Am Ende des 19. Jahrhunderts kamen Wissenschaftler durch Experimente mit der Elektrizität darauf, dass Atome nicht die kleinsten Teilchen sind sondern sie aus noch kleineren Teilchen aufgebaut sein müssen. Humphry Davy zersetzte bestimmte Verbindungen mit elektrischem Strom und schloss auf elektrische Anziehungskräfte. Michael Faraday beschäftigte sich mit Elektrolyse und entdeckte bestimmte Gesetzmäßigkeiten. Faradays Arbeiten veranlassten George Johnstone Stoney 1874 zur Annahme, dass elektrische Ladungsträger vorhanden sein müssen, diese nannte er dann 1891 den Namen Elektron. Joseph Thomson bestimmte 1897 den Wert Ladung pro Masse für das Elektron. Von Thomson stammt das auf der Entdeckung des Elektrons basierende Rosinenkuchenmodell. Er stellte sich ein Atom als Kugel mit positiver Elektrizität vor, in der die Elektronen dann verteilt sind wie die Rosinen in einem Kuchen. Er war von einer regelmäßigen Anordnung der Elektronen überzeugt und davon, dass alle Elemente unterschiedlich viele Elektronen besitzen.
1896 entdeckte Henri Becquerel die Radioaktivität, also die Eigenschaft mancher Teilchen spontan, unter Abgabe von Strahlung, zu zerfallen. Dabei gibt es drei verschiedene Arten von Strahlung: Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Diese wurden erstmals von Ernest Rutherford erklärt. 1911 machte er dann Experimente zum Atombau mit Hilfe von Alpha – Strahlen.
Rutherford beschoss eine 0,004 mm dicke Goldfolie mit Alphastrahlen. Dabei ging der Großteil der Teilchen geradlinig durch die Folie hindurch, nur ein kleiner Teil wurde seitwärts abgelenkt und ein paar kamen zurück. Rutherford sagte später zu seinem Versuch: „Es war genauso unglaublich, als ob Sie eine schwere Granate auf ein Stück Seidenpapier abschössen und sie kommt zurück und trifft Sie.“

Daraus entstand dann das Rutherford – Atommodell: Im Mittelpunkt des Atomkerns befindet sich nahezu die gesamte Masse des Atoms und die ganze positive Ladung. Die Elektronen

dagegen nehmen nahezu das gesamte Volumen eines Atoms ein und sie kreisen in schneller Bewegung um den Atomkern. Für den Streuversuch bedeutet das, dass ein Alpha-Strahl nur zurückprallt, wenn er direkt mit dem Atomkern zusammenprallt. Kommt er nahe an einen Atomkern, so wird der Strahl nur abgelenkt. Da der Großteil der Atome demnach leerer Raum ist, können die meisten Alpha-Strahlen die Atome ungehindert durchdringen und werden nicht abgelenkt.
Die meisten Wissenschaftler wollten zunächst nichts von dem neuen Kern-Hülle-Modell des Atoms wissen, außer der Däne Niels Bohr. Ihn beschäftigten besonders die Elektronen und so entwickelte er das Bohr'sche Atommodell, in dem die Elektronen dann in bestimmten Schalen um den Atomkern kreisen.

Das Atommodell nach Bohr (Schalenmodell)

Das Kern-Hülle-Modell kann zwar den grundsätzlichen Aufbau eines Atoms erklären, aber nicht die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Elementgruppe. Dies gelingt mit dem Atommodell nach Bohr. Der dänische Physiker Nils Bohr (1885 – 1962) erhielt dafür 1922 den Nobelpreis für Physik.
Nach dieser Modellvorstellung bewegen sich in der Elektronenhülle die Elektronen, welche den Atomkern umkreisen in schalenförmigen Aufenthaltsbereichen, die kurz nur als Schalen bezeichnet werden. Wenn wir Atome zeichnen, so ist die Vorstellung wichtig, dass sich die Elektronen permanent bewegen. Man zeichnet also nur
einen Zustand des Atoms. Auf der ersten Schale befinden sich höchstens zwei Elektronen, auf allen weiteren nicht mehr als acht.
Den genauen Aufbau eines Atoms kann man dem Periodensystem der Elemente entnehmen. Die Hauptgruppennummer eines Atoms gibt die Zahl der Außenelektronen (=Valenzelektronen). Die Periodennummer gibt die Zahl der Schalen an.
Der Atomkern ist aus Protonen, also positiv geladenen Teilchen und Neutronen aufgebaut. Die Zahl der Protonen ist dem Periodensystem zu entnehmen, die Anzahl der Neutronen kann berechnet werden.



Die Ordnungszahl gibt die Zahl der Protonen an.

Aus diesen beiden Zahlen kann man also auf die Zahl der Neutronen und Elektronen schließen:
Massenzahl – Ordnungszahl = Zahl der Neutronen
Da ein Atom nach außen hin neutral ist, muss die Zahl der Protonen der Zahl der Elektronen entsprechen. Die Neutronen und Protonen haben je die Masse von ca. 1u (unit). Die Elektronen haben (nahezu) keine Masse, deshalb machen sie bei der Gesamtmasse eines Atoms nichts aus.

Methodische Anmerkungen

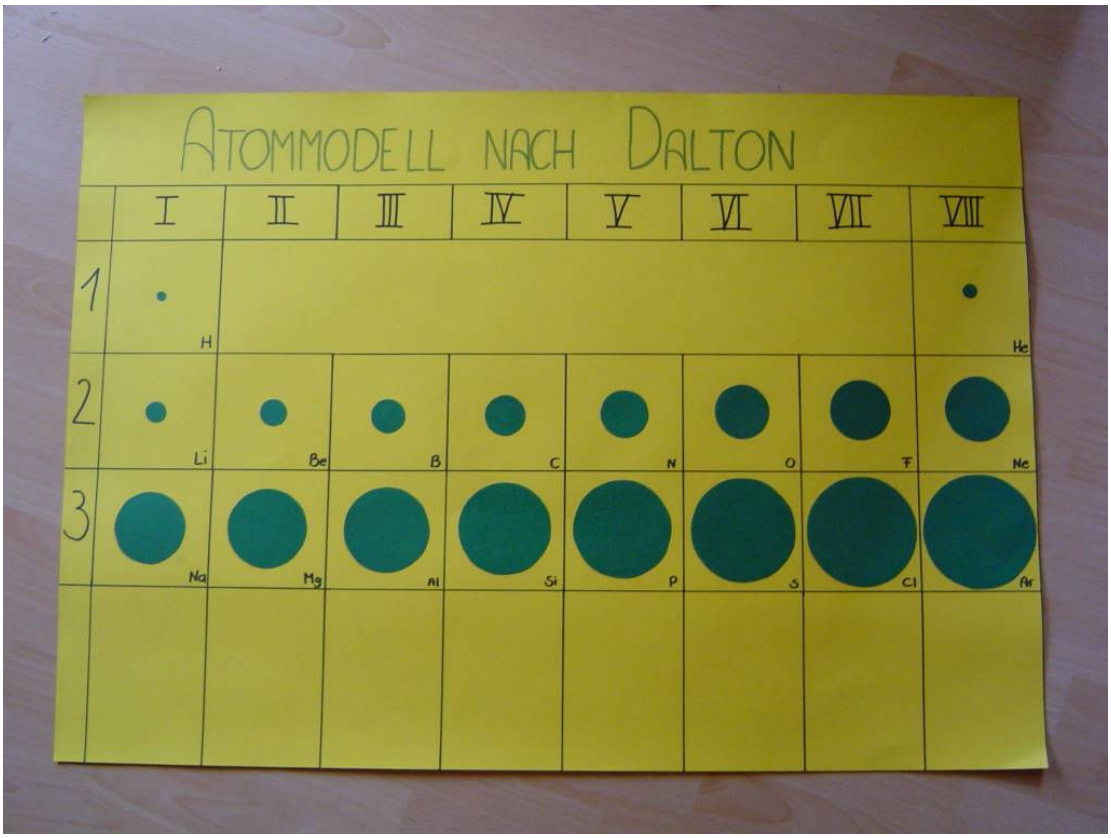
Zu allen Atommodellen gibt es keine praktischen Versuche, wie sie die Schüler aus ihrem bisherigen NWA-Unterricht kennen. Sie müssen lernen sich in Modellvorstellungen zu bewegen. Dazu muss ihnen zu jeder Zeit klar sein, dass ein Modell keine Wiedergabe der Realität ist, sondern dass immer nur bestimmte Teile der Realität dargestellt werden können. Bei den Atommodellen kommt noch hinzu, dass keiner den genauen Aufbau von Atomen kennt. Es gibt kein Mikroskop auf der ganzen Welt, das ein einzelnes Atom vergrößert darstellen kann.
Um den ansonsten sehr lebendigen NWA – Unterricht nicht vollständig „tot“ erscheinen zu lassen, ist es wichtig, dass man ausreichend Materialien, wie selbst erstellte Texte, Arbeitsblätter und das Chemie-Buch einsetzt. Viele Methodenwechsel sind in dieser Phase des Chemieunterrichts wichtig.

<u>Das Atommodell nach Dalton</u>
Das Atommodell nach Dalton wird im Chemieunterricht erstmals zusammen mit der chemischen Reaktion entwickelt. Man benötigt es, um die Ereignisse bei einer chemischen Reaktion auf Teilchenebene zu deuten und zu verstehen. Man kann diese Vorgänge allerdings vorerst auf Teilchenebene auch deuten, ohne von Atomen zu reden, indem man nur den Teilchenbegriff verwendet. Dann bietet sich die Einführung der Atomvorstellung im Zusammenhang mit dem Periodensystem an. Man kann dann mit Hilfe von John Dalton erklären, was Elemente genau sind und daraus dann erarbeiten, dass diese innerhalb eines Systems geordnet werden können. Anschließend können dann die Schüler selbst nach einer Ordnung für die Elemente suchen. Diese resultiert dann aus Atommasse und den zusammenhängenden Eigenschaften bestimmter Elementgruppen.
Im Zusammenhang mit dieser Modellvorstellung kann auch die Größe von Atomen symbolisch dargestellt werden. Dieses Vorhaben ist allerdings wahnsinnig kompliziert, weil sich diese Dimension kein Erwachsener vorstellen kann. Die Schüler haben damit also große Probleme. Ein Atom hat die Größe von 10^{-9}m. Man muss also die Größe immer anhand

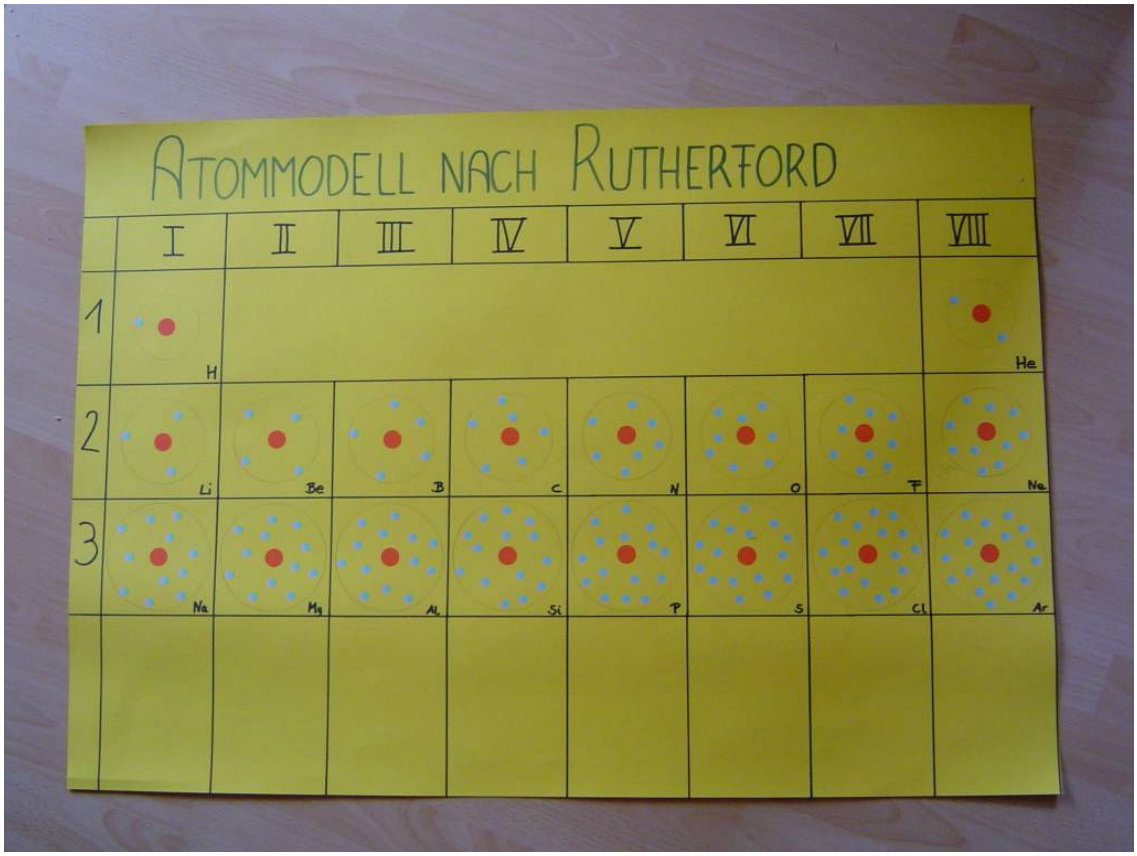
bestimmter Strecken deutlich machen. Der Vergleich mit dem Erddurchmesser ist aber wiederum ebenso wenig erfahrbar. In manchen Schulbüchern wird folgender Vergleich vorgeschlagen: Verteilt man 1g Schwefel auf der gesamten Erdoberfläche, so sind auf 1 mm^2 immer noch 40 Atome.
Ein ähnliches Problem ergibt sich aus der Masse der Atome. Dadurch, dass in der Chemie allerdings eine spezielle Atommasseneinheit eingeführt wurde, relativiert sich dieses Problem wieder.

Das Atommodell nach Rutherford

Bevor sich die Schüler nun wieder mit einer neuen Atomvorstellung beschäftigen, muss man sie nochmals für die damit verbundenen Schwierigkeiten sensibilisieren.
Dazu bietet sich ein kleiner Versuch mit zuvor präparierten Streichholzschachteln an. Man klebt in die Streichholzschachteln zwei oder mehr Papierstreifen, so dass sich eine Art Labyrinth ergibt. Außerdem fügt man dann noch eine kleine Kugel hinzu. Eventuell kann man die Streichholzschachteln so umkleben, dass man sie nicht mehr öffnen kann. Nun bekommt jeder Schüler eine dieser präparierten Schachteln. Ziel ist es nun herauszufinden, was sich in der Schachtel befindet ohne diese dabei zu öffnen. Die Schüler kommen nun sehr schnell auf die Idee, dass das gar nicht möglich ist und dass nur Hypothesen gebildet werden können. An dieser Stelle erfolgt nun der Übergang zu den Atomtheorien, denn genau vor diesem Problem stehen die Naturwissenschaftler bis heute.
An dieser Stelle bietet sich nun ein Text an, der zum einen die Atomvorstellung nach Dalton wiederholt und zum anderen auf den Streuversuch von Rutherford einstimmt. Nach diesem Text sollen die Schüler nun Hypothesen zum Ausgang des Experiments stellen.
Nun muss der erstaunliche Ausgang des Versuchs verdeutlicht werden, was wiederum anhand eines Textes geschehen kann. Dieser beschreibt allerdings nur die Beobachtungen und macht noch keine Aussagen über das „Aussehen“ der Atome. Diese Vorstellung muss nun zusammen mit den Schülern erarbeitet werden. Dabei ist es wichtig, dass die Schüler verstehen, dass nahezu die gesamte Masse eines Atoms in einem relativ kleinen Kern liegt. Um diesen Kern befindet sich eine Hülle, in der sich die Elektronen bewegen. Diese Hülle ist im Vergleich zum Atomkern sehr groß und in ihr befindet sich außer den Elektronen nichts.
Um den Chemieunterricht an dieser Stelle wieder etwas zu beleben, kann man die Schüler nun Periodensysteme basteln lassen. Sie können eines erstellen, in dem die Atome nach Dalton dargestellt werden und eines, in dem die Atome nach der neuen Atomvorstellung von Rutherford symbolisiert werden. Im folgenden sind zwei Bilder, die das Vorgehen verdeutlichen sollen:



Periodensystem nach der Atomvorstellung von Dalton



Periodensystem nach der Atomvorstellung von Rutherford

Das Atommodell nach Bohr

Bisher ist den Schülern bekannt, dass Atome aus einem positiv geladenen Atomkernen und einer negativ geladenen Hülle bestehen. Außerdem wissen sie, dass sich in der Hülle Elektronen bewegen und das Atom nach außen hin neutral ist.

Mit dieser Atomvorstellung kann man allerdings noch nicht die Stellung der Atome im PSE erklären. Dies gelingt nur mit dem Atommodell nach Bohr.

Zuerst muss zusammen mit den Schülern geklärt werden wie der Kern aufgebaut ist. Dies verstehen die Schüler über die Ladungen sehr leicht. Man hat eine bestimmte Anzahl an negativ geladenen Teilchen (Elektronen) in der Hülle und man weiß, dass ein Atom nach außen hin neutral ist, d.h. im Kern muss die selbe Anzahl an positiv geladener Teilchen (Protonen) sein wie in der Hülle negativ geladenen Teilchen sind.

Die Anzahl der Neutronen kann man dann über die Masse (unit) erarbeiten.

Die Schüler haben bisher den Aufbau des PSE rein phänomenologisch kennen gelernt (Elemente in einer Hauptgruppe haben ähnliche Eigenschaften). Nun sollen sie über den Atombau den Aufbau des PSE erklären können.

An dieser Stelle sollten die Schüler die Atome der Hauptgruppen als Schalenmodell darstellen. Dies kann man individuell mit einem AB machen, welches folgendermaßen aussehen kann:

Hauptgruppen

Perioden	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	$^{1}\mathbf{H}^{1}$							$^{2}\mathbf{He}^{4}$
2	$^{3}\mathbf{Li}^{7}$	$^{4}\mathbf{Be}^{9}$	$^{5}\mathbf{B}^{11}$	$^{6}\mathbf{C}^{12}$	$^{7}\mathbf{N}^{14}$	$^{8}\mathbf{O}^{16}$	$^{9}\mathbf{F}^{19}$	$^{10}\mathbf{Ne}^{20}$
3	$^{11}\mathbf{Na}^{23}$	$^{12}\mathbf{Mg}^{24}$	$^{13}\mathbf{Al}^{27}$	$^{14}\mathbf{Si}^{28}$	$^{15}\mathbf{P}^{31}$	$^{16}\mathbf{S}^{32}$	$^{17}\mathbf{Cl}^{36}$	$^{18}\mathbf{Ar}^{40}$
. . .								

Eine weitere Möglichkeit ist, die Schüler ein Plakat erstellen zu lassen:

In jedem Fall sollten die Schüler selbst dieses Atommodell darstellen, auch im Bezug zum PSE, da sich mit diesem der Aufbau des PSE grundlegend erklären lässt:

- Die Hauptgruppennummer eines Atoms gibt die Zahl der Außenelektronen des Atoms an. (Außenelektronen bestimmen die Eigenschaften der Elemente, Reaktionsfreudigkeit der Elemente ist Abhängig von der Außenelektronenzahl)
- Die Periodennummer gibt die Zahl der Schalen des Atoms an.

Ist dieses Modell grundlegend erarbeitet und auch gut von den Schülern verstanden worden ist der nächste Schritt zur Schreibweise für die Außenelektronen der Atome für die Schüler auch um einiges leichter.

Bezug zum Bildungsplan[2]

1. Kompetenzen durch Denk- und Arbeitsweisen

Antworten und Erkenntnisse durch Primärerfahrungen
Beobachten – Beschreiben – Fragen

- Gesetzmäßigkeiten vermuten
- Prognosen wagen

Reflektieren – Verknüpfen – Anwenden

- Gesetze, Modelle und Konzepte zur Erklärung heranziehen
- Begriffe oder Modelle bilden und Zusammenhänge formulieren

Antworten und Erkenntnisse durch Kooperation und Kommunikation

- auf Modellebene denken
- mit Modellen Phänomene beschreiben

2. Kompetenzen durch das Erschließen von Phänomenen, Begriffen und Strukturen

Den Mikrokosmos und modellhafte Deutungen erfahren
Die Schülerinnen und Schüler finden Zugang zur „andersartigen" Welt der Atome und Elementarteilchen („Mikrokosmos"). Sie erkennen, dass ähnliches chemisches Verhalten von Elementen auf einem ähnlichen Atombau beruht. Da sie verstehen, dass auch kleine Stoffmengen riesige Teilchenzahlen enthalten und daher kleine Stoffmengen globale Auswirkungen haben können, gehen sie mit Gefahrstoffen besonders verantwortungsvoll um. Die Schülerinnen und Schüler können zur Beschreibung des Mikrokosmos Modelle sinnvoll einsetzen. Sie können dabei eine eigene, einfache Teilchenvorstellung entwickeln, um das Phänomen der Aggregatszustände besser zu verstehen (7); ein Atommodell zur Erläuterung von Bindungsverhalten und zum Verständnis des Periodensystems der Elemente (PSE) anwenden; ein Atommodell reflektieren (Modelle sind nicht Abbild der Wirklichkeit, Atome sind unvorstellbar klein, kleine Stoffmengen enthalten riesige Teilchenzahlen).

[2] vgl. Bildungsplan 2004 Realschule, Baden- Württemberg

Das Atommodell nach Dalton

John Dalton (1766 – 1844) war ein englischer Chemiker, der sich schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine Atomvorstellung aufgrund von Experimenten entwickelte.
Naturwissenschaftler haben schon seit jeher große Problem sich die kleinsten Teilchen vorzustellen, da man diese bis heute noch mit keinem Mikroskop der Welt sichtbar machen kann. John Dalton brachte allerdings mit seinen neuen Ideen, die im Zusammenhang mit der Atomvorstellung erstmals auf Experimenten basierten, die Naturwissenschaften einen großen Schritt weiter.
Dalton sieht Atome als kugelförmige Teilchen, die unteilbar sind. Alle Reinstoffe, die nur aus einer Atomsorte bestehen, nennt man Elemente. Jedes Element besteht aus einer anderen Atomsorte. Es gibt also genau so viele Atomsorten wie Elemente. Die Atome selbst unterscheiden sich dabei in ihrer Größe.

Atome sind so klein, dass man sich ihre Größe kaum vorstellen kann. Stell dir die Erdkugel vor. Wenn man nun auf der gesamten Erdoberfläche 1g Schwefel verstreut, so befinden sich auf 1 mm^2 immer noch 40 Atome. Atome haben also einen Durchmesser von etwa einem zehnmillionstel Millimeter.
Ein anderer Vergleich:
Wäre ein Atom so groß wie ein Tennisball, so müsste ein Mensch 2 000 000 km lang sein.

Da Atome so klein sind, besitzen sie auch fast keine Masse. Das Wasserstoffatom – das kleinste Atom überhaupt – hat eine Masse von 0,000 000 000 000 000 000 000 001 674 g. Da die Angabe der Atommasse auf diese Weise ziemlich umständlich ist, hat man sich auf eine neue Einheit mit dem Kurzzeichen u für Unit geeinigt. Das Wasserstoffatom erhält so die Masse 1u.
Die Atommasse ist charakteristisch für jede Atomsorte. Es gibt also kein anderes Atom mehr, das ebenso die Masse 1u besitzt.

Das Atommodell nach Dalton

Warum können wir uns das Aussehen von Atomen nicht genau vorstellen?

Wie sehen Atome nach John Dalton aus?

Was sind Elemente?

Was weißt du über die Größe und die Masse von Atomen?

Zeichne ein Atom:

Das Atommodell nach Dalton - Lösungsvorschlag

Warum können wir uns das Aussehen von Atomen nicht genau vorstellen?

→ Atome bzw. die kleinsten Teilchen kann man mit keinem Mikroskop der Welt sichtbar machen.

Wie sehen Atome nach John Dalton aus?

Ein Atom ist ein kugelförmiges Teilchen, das man nicht mehr teilen kann.

Jede Atomsorte hat ihre spezifische Masse. Außerdem unterscheiden sich die Atome In ihrer Größe.

Was sind Elemente?

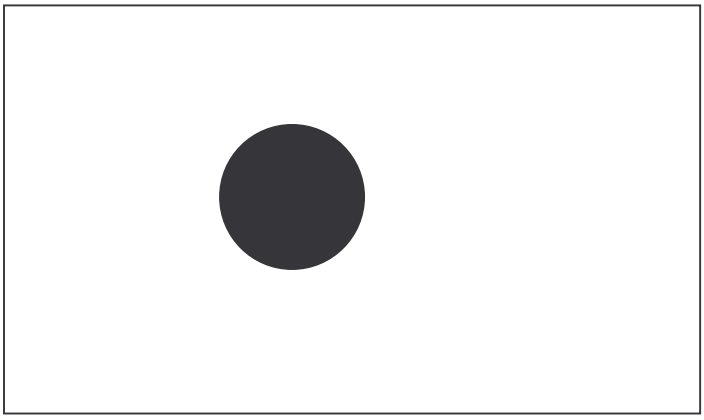
Elemente sind Reinstoffe, die nur aus einer einzigen Atomsorte bestehen.

Was weißt du über die Größe und die Masse von Atomen?

Die Atome haben einen Durchmesser von ungefähr einem zehnmillionstel Meter.

Ein Wasserstoffatom wiegt 0,000 000 000 000 000 000 000 001 674 g oder 1 u.

Zeichne ein Atom:



Auf dem Weg zum Streuversuch von Rutherford

Am Anfang des 19. Jahrhunderts entwickelte Dalton eine Theorie, die besagt, dass es die kleinsten Teilchen gibt, die nicht mehr weiter geteilt werden können und wie eine Kugel aussehen. Diese Theorie entstand, als Dalton chemische Reaktionen beobachtete und interpretierte.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wussten die Wissenschaftler schon sehr viel über Chemie, aber sie konnten es noch nicht richtig erklären. Ernest Rutherford hat zu diesem Zeitpunkt behauptet, dass die Chemie eine große lose Briefmarkensammlung ist, aber ohne Album. Nun wollten die Wissenschaftler ihre Wissensbruchstücke zusammenfügen. Sie dachten, dass die Lösung die kleinsten Teilchen sind und fingen an diese genauer zu erforschen.

1896 entdeckte dann Henri Becquerel die Radioaktivität: Er beobachtete, dass aus den Teilchen, die bisher als kleinste Teilchen angesehen wurden, noch kleinere Teilchen rausgeschleudert werden können. Die Wissenschaftler fielen aus allen Wolken. Ungefähr 100 Jahre zuvor hatte Dalton gesagt, dass es die kleinsten Teilchen gibt und jetzt schleudern genau diese kleinste Teilchen noch kleinere umher.

Rutherford nutzte nun die Radioaktivität um einen Versuch zu machen:
Er wollte die „alten“ kleinsten Teilchen mit den „neuen“ noch kleineren Teilchen beschießen. Dazu verwendete er den radioaktiven Stoff Radium. Dann nahm er eine hauchdünne Goldfolie. Das Radium schleuderte nun die kleinen Teilchen auf die Goldfolie. Wohin die Teilchen trafen, konnte er auf einem Schirm beobachten.

Auf dem Weg zum Streuversuch von Rutherford

Warum wollten die Wissenschaftler den Atombau genauer erforschen?

Welche grundlegend neue Behauptung wurde von Becquerel aufgestellt?

Versuch eine Skizze des Streuversuches zu erstellen!

Kannst du dir vorstellen, was Rutherford bei seinem Versuch beobachten konnte?

Auf dem Weg zum Streuversuch von Rutherford

Warum wollten die Wissenschaftler den Atombau genauer erforschen?

Die Chemie war am Anfang des 19. Jahrhunderts wie eine lose Briefmarkensammlung.

Man wusste viele Einzelheiten, konnte diese aber oft nicht zusammenfügen.

Durch die Erforschung der kleinsten Teilchen, erhoffte man sich neue Erkenntnisse.

Welche grundlegend neue Behauptung wurde von Becquerel aufgestellt?

Er entdeckte die Radioaktivität. Aus genau den Teilchen, die man bisher als die kleinsten betrachtet hat, können andere noch kleinere Teilchen rausgeschleudert werden.

Versuch eine Skizze des Streuversuches zu erstellen!

Kannst du dir vorstellen, was Rutherford bei seinem Versuch beobachten konnte?

Vermutungen: Teilchen kamen alle wieder zurück, ...

Der Streuversuch von Rutherford

Was Rutherford beobachtete war folgendes:
Die „geschleuderten“ Teilchen erschienen als Punkte auf dem Schirm hinter der Goldfolie.

Dabei müssen die meisten Teilchen geradlinig durch die Folie durchgeschossen sein, denn auf dem Schirm waren ganz viele Punkte auf einem Fleck zu sehen.
Ein paar Teilchen trafen auch auf anderen Stellen des Schirms auf. Sie wurden also abgelenkt. Ein paar wenige wurden sogar reflektiert, das heißt zurückgeworfen.

Rutherford war außer sich. Er wollte nun unbedingt wissen, was das zu bedeuten hat.
Also saß er tagelang und nächtelang in seinem Labor, malte Skizzen und suchte nach einer neuen Theorie!

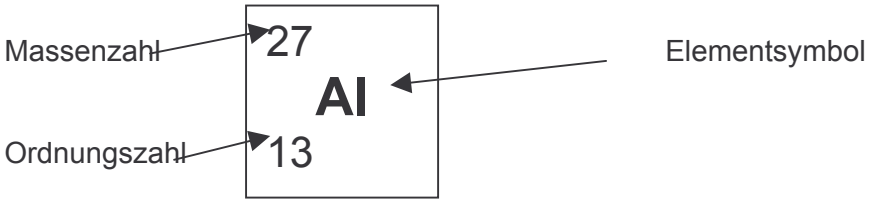
Skizziere den Streuversuch von Rutherford und beschreibe die neuen Erkenntnisse, die Rutherford durch diesen Versuch über die Atome erhielt (Buch[3] S. 117)

[3] Bäuerle, Hoppe, Menzel: umwelt:chemie. Baden-Württemberg. Stuttgart 2004. 2. Auflag. Klett Verlag.

- Schalenmodell-

Rutherford hatte schon viel über den Aufbau von Atomen herausgefunden, aber sein Kern-Hülle-Modell konnte noch nicht die Zugehörigkeit eines Atoms zu einer bestimmten Elementgruppe erklären. Die Erklärung hierfür gelang dem dänischen Physiker Nils Bohr (1885 – 1962). Er erhielt dafür sogar den Nobelpreis für Physik.
Nach dieser Modellvorstellung bewegen sich in der Elektronenhülle die Elektronen, welche den Atomkern umkreisen in schalenförmigen Aufenthaltsbereichen, die kurz nur als Schalen bezeichnet werden. Wenn man Atome zeichnet, dann stellt man immer nur einen Momentzustand dar, da sich in Wirklichkeit die Elektronen ständig bewegen. Auf der ersten Schale befinden sich höchstens zwei. Elektronen, auf allen weiteren nicht mehr als acht.
Den genauen Aufbau eines Atoms kann man dem Periodensystem der Elemente entnehmen. Die Hauptgruppennummer eines Atoms gibt die Zahl der Außenelektronen an. Die Periodennummer gibt die Zahl der Schalen an.
Beispiele:

Wasserstoff		H•
Beryllium		•Be•
Aluminium		•Al•



Ordnungszahl: Zahl der Protonen, Zahl der Elektronen
Massenzahl – Ordnungszahl = Zahl der Neutronen

Das Schalenmodell von Bohr

Wie viele Elektronen bewegen sich höchstens auf den einzelnen Schalen?

Was gibt die Hauptgruppennummer und was gibt die Periodenummer eines Elements an?

Aus welchen Teilchen besteht der Atomkern und aus welche Teilchen findet man in der Atomhülle?

Wie findet man heraus wie viele Elektronen, Neutronen und Protonen ein Element besitzt?

Zeichne das Schalenmodell von Helium, von Kohlenstoff und von Brom!

Bastelanleitung für ein 3D-Modell eines Rutherford-Atoms

Material:

- Plexiglaskugel (zum Öffnen)
- Größere, rote Holzkugel
- Kleine blaue Holzkugeln (Perlen oder auch Pappmaché-Bällchen)
- Nylonfaden
- Kleber

Anleitung:

Zunächst befestigt man die rote Holzkugel mit Nylonfaden in der Mitte der Plexiglaskugel. Die Größe der roten Holzkugel, also des Atomkerns, muss so gewählt werden, dass der größte Teil des Raumes innerhalb der Plexiglaskugel noch frei ist.
Je nachdem welches Atom man basteln möchte, sucht man sich im Periodensystem die Anzahl der Elektronen. Die Elektronen – also die kleinen blauen Holzkugeln – müssen deutlich kleiner sein als die rote Holzkugel.
Diese verteilt man nun auf der Plexiglaskugel und befestigt sie mit flüssigem Bastelkleber.

Nachteile:

Bei diesem Modell ist nicht klar, dass sich die Elektronen in ständiger Bewegung befinden. Außerdem sind die Elektronen nicht alle im gleichen Abstand zum Atomkern zu finden, sondern sie befinden sich in dem ganzen Raum zwischen Atomkern und Plexiglas.
(Man könnte die Elektronen auch überall in diesem Raum verteilen und mit Hilfe von Nylonfaden befestigen. Diese Variante ist allerdings noch zeitintensiver und man erhält recht schnell ein Wirrwarr!)

Bastelanleitung für ein 3D-Modell eines Bohr-Atoms

Material:

- Rote Holzkügelchen
- Blaue Holzkügelchen
- Weiße Holzkügelchen
- Draht
- Klebeband
- Nylonfaden
- Flüssiger Bastelkleber

Anleitung:

Zunächst muss man sich für ein bestimmtes Atom entscheiden, dessen Aufbau man anschließend aus dem Periodensystem ableitet.
Nachdem man die Anzahl der Elektronen, Protonen und Neutronen kennt, bastelt man zunächst den Atomkern. Der Atomkern setzt sich aus allen Protonen (rote Kugeln) und allen Neutronen (weiße Kugeln) zusammen. Diese reiht man auf einen Nylonfaden wie bei einer Perlenkette und schneidet den Faden dann allerdings erst nach der doppelten Länge ab. Jetzt muss man den Faden nach ca. jeder 3. Kugel so wickeln, dass langsam eine große Kugel entsteht. Diese fixiert man am Ende nochmals mit einem Nylonfaden, der die ganze Kugel hält.
Nun hat man die Größe des Atomkerns. Als nächstes beginnt man mit der ersten Schale, also der kleinsten. Diese wird aus Draht geformt. Die entsprechende Anzahl der Elektronen (blaue Kugeln) wird auf den Draht gefädelt. Der Draht wird nun mit einem Klebeband befestigt, so dass ein Kreis entsteht. Jetzt verteilt man die Elektronen (in der ersten Schale höchstens 2!) und befestigt diese mit einem Tropfen Bastelkleber.
Jetzt ist die zweite Schale an der Reihe. Diese muss nun dementsprechend größer sein als die erste. Man formt also zunächst wieder einen Kreis, fädelt dann die Elektronen auf (in dieser und den anderen Schalen höchstens 8!), schließt den Kreis mit einem Klebeband und fixiert anschließend die Elektronen mit Bastelkleber.
Am Ende muss man nur noch alle Schalen und den Atomkern mit einem Nylonfaden entsprechend verbinden und das Atom ist fertig!

Nachteile:

Auch hier können die Elektronen nur starr dargestellt werden. Zudem befinden sie sich nur auf den Schalen und nicht zwischen den Schalen.

Literaturangaben:

- Bäuerle, Hoppe, Menzel: Umwelt: Chemie. Baden-Württemberg. Stuttgart. 2004. 2. Auflage. Klett Verlag.
- Frühauf, Tegen: Blickpunkt Chemie. Baden-Württemberg. Hannover. 1994. Schroedel Verlag.