

5. Der Atomkern

5.1 Radioaktivität und radioaktive Strahlung

Schon bevor man überhaupt wusste, dass es einen Atomkern gibt, hatte Henri Becquerel im Jahre 1896 die Radioaktivität entdeckt. Kurze Zeit später erfuhren die Arbeiten des Ehepaares Curie, die zur Entdeckung und Isolation des Elementes Radium (das "Strahlende") führten, große Bedeutung. Heute wissen wir, dass eine große Zahl von Atomkernen radioaktive Strahlung aussendet. Diese sog. radioaktiven Nuklide können in der Natur vorkommen - dann spricht man von natürlicher Radioaktivität - oder künstlich erzeugt werden wie z.B. bei der Kernspaltung in Reaktoren.

Radioaktive Strahlung lässt sich weder mit den Augen sehen noch mit dem Geruchs- oder Tastsinn erfassen. Ihr Nachweis ist nur mit speziell konstruierten Geräten, z.B. mit einem Geigerzähler möglich.

Aus vielen Untersuchungen weiß man, dass radioaktive Strahlen auf unseren Körper einwirken und den Zellen oder den biologisch wirksamen Makromolekülen Schaden zufügen können. Die Wirkung der radioaktiven Strahlung auf den Körper hat zwei Aspekte: Zum einen kann sie zur Krankheit führen, zum anderen kann sie aber auch zur Therapie benutzt werden, um z.B. Krebs zu behandeln.

Es gibt drei Arten radioaktiver Strahlung, die man mit Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung bezeichnet. Man kann sie auf verschiedene Weisen unterscheiden, z. B.:

- Auf Grund ihrer "Durchschlagskraft", d. h. ihres Vermögen, Materieschichten zu durchdringen, oder
- durch ihre Ladung. Alpha-Strahlung besteht aus Atomkernen des Heliums, Beta-Strahlung aus Elektronen und Gamma-Strahlung ist ähnlich wie harte Röntgenstrahlung eine besonders energiereiche elektromagnetische Strahlung. Im Magnetfeld werden α - und β -Strahlen nach verschiedenen Seiten abgelenkt, während γ -Strahlen genauso wie Licht das Feld unbeeinflusst passieren

Hierzu wurden einige Experimente durchgeführt:

Versuch: Radioaktive Strahlung

Zum Nachweis der radioaktiven Strahlung wurde ein Geiger-Müller-Zählrohr (Geigerzähler) benutzt. Ein solches Zählrohr besteht aus einem Metallzylinder, in dessen Inneres – isoliert gegen die Oberfläche – ein Metalldraht hineinragt. Das Rohr ist an der Vorderseite mit einem dünnen Glimmerfenster verschlossen und mit einem Gas gefüllt. Beim Betrieb liegt zwischen dem Draht und der Mantelfläche eine Spannung von einigen Hundert Volt. Tritt radioaktive Strahlung in das Zählrohr, so werden in seinem Innern durch Ionisation elektrische Impulse ausgelöst, die mit einem Impulszähler registriert werden.

Als radioaktive Substanz wurde ein sehr schwaches ^{226}Ra -Präparat ausgewählt, das α -, β -

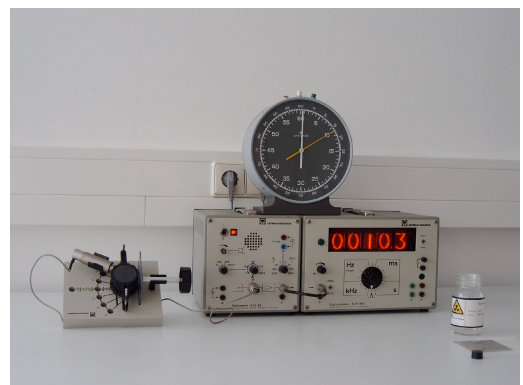


Abb. 5.1: Nachweis radioaktiver Strahlung mit einem Zählrohr. Links auf der Platte sind das Präparat, ein Magnet und das Zählrohr aufgesteckt, rechts die Zählapparatur.

und γ -Strahlung aussendet und beim Transport in einem Glasbehälter aufbewahrt wurde. Die Apparatur, mit der die nun beschriebenen Experimente ausgeführt wurden, ist in Abb. 5.1 dargestellt.

Experimente und Ergebnisse:

1. Das Zählrohr registriert auch Ereignisse, wenn kein radioaktives Präparat in seiner Nähe ist. Diese Zählrate von ungefähr 15 Impulsen pro Minute wird Nulleffekt genannt und stammt aus der Umgebungs- und der Höhenstrahlung.
2. Bringt man das Glas mit dem Ra-Präparat in die Nähe des Zählrohres, so ist die Zählrate nur leicht erhöht. Die einzelnen Impulse zeigen in Ihrer Aufeinanderfolge keine Regelmäßigkeit; der radioaktive Zerfall ist ein statistischer Prozess.
3. Bringt man das Präparat nun direkt vor das Zählrohr, so ist die Zählrate sehr groß. Sie nimmt jedoch schlagartig ab, wenn der Abstand zwischen Präparat und Zählrohr einige Zentimeter übersteigt. Daraus folgt, dass zumindest ein Teil der Strahlung in Luft nur eine kurze Reichweite hat.
4. Bringt man 1 Blatt Papier zwischen Präparat und Zählrohr, so wird ein großer Teil der Strahlung abgeschirmt, das sind die Alphateilchen. Für die Betastrahlung genügen einige Millimeter Aluminium, während sich die Gammastrahlung nur sehr schwer (durch Blei) abschirmen lässt.
5. Nach Abschirmung der Alphastrahlung durch Papier wurde der Rest durch ein Magnetfeld geschickt, bevor er das Zählrohr erreichte. Hiermit konnte gezeigt werden, dass die Betastrahlen im Magnetfeld charakteristisch abgelenkt werden, woraus folgte, dass sie eine negative Ladung besitzen müssen.

Alle drei Arten der radioaktiven Strahlung sind sehr energiereich. Und bald nach der Entdeckung des Atomkerns durch Rutherford und den Arbeiten zum Aufbau des Atoms durch Bohr war klar, dass diese Strahlung nicht aus der Elektronenhülle stammen konnte, sondern ihren Ursprung im Atomkern haben musste. In diesem Zusammenhang ergibt sich die Frage: Was heißt hier energiereich oder in welchen Größenordnungen liegen die Energien der mikroskopischen Welt?

Viele kennen die Energiewerte der verschiedensten Nahrungsmittel bzw. die Heizwerte der hauptsächlichsten Brennstoffe, die heute in Joule pro Kilogramm oder kJ/kg angegeben werden, z.B. enthält 1 kg Steinkohle $3,1 \cdot 10^7$ J. Andererseits enthält 1 kg Kohlenstoff ca. $5 \cdot 10^{25}$ Teilchen, so dass die im einzelnen Molekül steckende Energie in etwa $6 \cdot 10^{-19}$ J beträgt. Um nicht mit solch kleinen Zahlen rechnen zu müssen, könnte man z.B. als neue mikroskopische Energieeinheit 10^{-19} J wählen und das hat man auch fast getan. Man bezog sich auf die Bewegungsenergie, die ein Elektron erhält, wenn es durch eine Spannung von 1 V beschleunigt wird und nennt diese Einheit 1 Elektronvolt (1 eV), und das entspricht $1,6 \cdot 10^{-19}$ J. Damit können wir die Energie- bzw. Heizwerte auf jeweils ein Atom bzw. ein Molekül beziehen und erhalten Werte zwischen 1 und 10 eV pro Teilchen. Die Verbrennungsvorgänge- ob im Körper oder im Ofen - sind chemische Prozesse, die sich in der Elektronenhülle abspielen.

Bohr zeigte, dass auch die Emission von Licht auf Sprünge zwischen den verschiedenen Bahnen der Elektronen zurückgeführt werden kann. Wir wissen heute, dass Licht in kleinsten Energieportionen ausgesandt wird, den sog. Photonen, deren Energie von der Farbe bzw. Wellenlänge abhängt, und zwar auf folgende Weise:

$$E_{\text{ph}} = h c / \lambda$$

Hierin ist c die Lichtgeschwindigkeit und h die Plancksche Konstante.

Für das sichtbare Licht liegen die Wellenlängen zwischen 400 nm und 800 nm, die zugehörigen Photonenenergien also zwischen 1,5 eV und 3 eV. Zur Ionisation des Wasserstoffs benötigt man eine Energie von 13,6 eV. Zusammenfassend kann man also sagen:

Bei Prozessen, die in der (äußeren) Elektronenhülle stattfinden, liegen die Energieumsetzungen in der Größenordnung von 1 eV bis 10 eV.

Die Energien der radioaktiven Strahlung liegen jedoch um 4 bis 6 Größenordnungen höher, also im keV- oder MeV-Bereich, und daraus folgt, dass die radioaktive Strahlung nicht aus der Elektronenhülle stammen kann, sondern aus dem Kern kommen muss.

Warum strahlen nun manche Kerne und andere nicht? Das hängt wieder mit der Energie zusammen. Wenn ein Kern zuviel Energie besitzt, dann "schwitzt" er, d.h. seine Energie wird abgestrahlt. Welche Strahlung, ob Alpha-, Beta- oder Gamma-Strahlung, das hängt davon ab, wie der Kern am besten seine Energie loswerden kann. Man nennt die Zeit, in der die Hälfte der Kerne eines radioaktiven Stoffes zerfallen ist und dabei radioaktive Strahlung emittiert hat, die Halbwertszeit dieses Stoffes. Ob sie sehr groß ist, z.B. viele Milliarden Jahre oder nur Bruchteile von Sekunden beträgt, hängt von dem betrachteten Stoff ab.

Will man nun wissen, ob und wie die Kerne der einzelnen Elemente zusammengesetzt sind, so wäre es schön, wenn uns die radioaktive Strahlung weiterhelfen würde, wie man es anfangs gedacht hat. Doch was aus den Kernen herauskommt, muss nicht unbedingt vorher schon drin gewesen sein! Insofern führt uns die Radioaktivität nicht zwingend zum Aufbau der Atomkerne. Um hierbei weiterzukommen, beschäftigen wir uns im folgenden Abschnitt zunächst mit einer weiteren messbaren Größe, nämlich der Masse der Atome und ihrer Kerne.

5.2 Die Massen der Atome und ihrer Kerne

In den vergangenen Vorlesungen haben wir gesehen, dass sich die Atome verschiedener Elemente durch die Anzahl der Elektronen unterscheiden. Die Experimente von Rutherford haben gezeigt, dass nahezu die gesamte Masse in einem positiv geladenen Atomkern konzentriert ist, dessen Durchmesser etwa 10000 mal kleiner als der eines Atoms ist und zwischen 10^{-14} m und 10^{-15} m liegt. Da die Atome neutral, d.h. elektrisch ungeladen sind, muss die negative Ladung der Elektronen durch eine gleichgroße positive Kernladung kompensiert werden. Daraus folgt:

Die Ladungen der Atomkerne sind ganzzahlige Vielfache der Elementarladung.

Neben der Ausdehnung und der Ladung ist die Masse der Atome bzw. ihrer Kerne eine weitere messbare Eigenschaft. Die hierzu verwendeten Instrumente heißen Massenspektrometer, in denen mit Hilfe elektrischer und magnetischer Felder die Massen von Teilchen mit großer Genauigkeit bestimmt werden. Zur Veranschaulichung der Funktionsweise eines Massenspektrometers wurde ein Modell vorgestellt, bei dem

Kügelchen verschiedener Masse durch die Schwerkraft und die Luftströmung eines Föns getrennt wurden.

Die mit echten Spektrometern erhaltenen Massen sollen für einige Beispiele angegeben werden:

Wasserstoffatom (H)	$m_H = 1,674 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,008 \text{ u}$
Heliumatom (He)	$m_{He} = 6,646 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,003 \text{ u}$
Kohlenstoffatom (C)	$m_C = 19,925 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 12,000 \text{ u}$

Aus diesen Werten sieht man folgendes:

- Die Masseneinheit 1 Kilogramm ist für Angabe von Massen in der Mikrophysik ungeeignet. Daher hat man für die Atom- und Kernphysik eine neue Einheit – die atomare Masseneinheit 1u – eingeführt, die ungefähr der Masse des leichtesten Atoms, des Wasserstoffatoms, entspricht. Genau gilt:

$$1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

- Die Massen der betrachteten Atome sind nahezu ganzzahlige Vielfache der Masse des Wasserstoffatoms . Da die Atommasse nahezu vollständig im Atomkern konzentriert ist, folgt ebenso für die Atomkerne:

Die Massen der Atomkerne sind nahezu ganzzahlige Vielfache der Masse des Wasserstoffkerns, des Protons.

Nun weiß man aus der Chemie, dass 35,5 g Chlor (Cl) mit 1 g Wasserstoff (H) vollständig zu 36,5 g Chlorwasserstoff (HCl) reagieren. Daraus folgt, dass ein Cl-Atom 35,5 mal so schwer wie ein H-Atom ist. Bildet Chlor eine Ausnahme von der oben festgestellten Regelmäßigkeit?

Bei der massenspektroskopischen Bestimmung der Atommassen aller in der Natur vorkommenden Elemente stellte man fest, dass bei vielen Elementen Atome mit verschiedenen Massen vorkommen. Da die Atome eines Elements alle die gleiche Kernladung und die gleiche Anzahl von Elektronen haben, unterscheiden sie sich chemisch praktisch nicht. Folglich stehen sie alle an der gleichen Stelle des Periodensystems, so dass man sie Isotope genannt hat.

Das in der Natur vorkommende Chlor besteht aus den beiden Isotopen ^{35}Cl mit der Masse 35 u und ^{37}Cl mit der Masse 37 u, und zwar im Verhältnis 3:1. Daher wird als Atommasse für Chlor 35,5 u angegeben.

5.3 Die Entdeckung des Neutrons

Die Tatsache, dass die Massen aller Atomkerne nahezu Vielfache der Protonenmasse sind, legt die Folgerung nahe, dass alle Kerne aus Protonen zusammengesetzt sind. Doch dann wäre die positive Kernladung größer als die negative Ladung der Hüllenelektronen . Eine ausgeglichene Ladungsbilanz erhält man dann nur, wenn auch im Kern noch negative Ladungen existieren würden.

Ein Heliumkern z.B. ist viermal so schwer ist wie der Wasserstoffkern, also müssten neben den 4 Protonen noch zwei negative Elementarladungen im Kern vorhanden sein, und die wären wohl an 2 Elektronen gekoppelt. Andere negative Teilchen waren nicht bekannt und außerdem werden beim β -Zerfall Elektronen aus dem Kern emittiert.

Gegen diese Vorstellung gab es schon bald schwere Bedenken, da sie aus verschiedenen Gründen nicht mit den damals bekannten Ergebnissen der Quantenmechanik in Einklang zu bringen war. So blieb die Zusammensetzung des Atomkerns unklar bis zum Jahre 1932, als James Chadwick, ein Schüler Rutherfords, ein neues Teilchen entdeckte: das Neutron.

Wie es zu dieser Entdeckung kam und wer noch daran beteiligt war, soll im folgenden kurz berichtet werden:

Schon Bothe und Mitarbeiter hatten bei der Bestrahlung von Beryllium mit α -Teilchen festgestellt, dass dabei eine sehr energiereiche Strahlung ausgesandt wird, die auch dicke Bleischichten durchdringen kann. Natürlich lag es nahe anzunehmen, dass es sich hierbei um γ -Strahlung handeln müsse. Eine genauere Analyse zeigte jedoch, dass die Energie dieser γ -Strahlung so groß (55 MeV) sein müsste, dass sie alles bisher Bekannte weit übertraf. Nahm man zur Abschirmung Paraffin statt Blei, traten aus dieser Schicht Protonen in einem vernünftigen Energiebereich (ca. 5 - 6 MeV) aus. Aus diesen Ergebnissen schloss Chadwick, dass die unbekannte Strahlung aus neutralen Teilchen bestehen müsse, deren Masse zumindest ungefähr gleich der Protonenmasse ist. Im Paraffin, das viel Wasserstoff enthält, können diese Teilchen ähnlich wie Billardkugeln dadurch abgebremst werden, dass sie ihre Energie oder zumindest einen Teil davon auf Protonen des Paraffins übertragen. Diese neuen ungeladenen Teilchen wurden Neutronen genannt und brachten die Probleme um die Zusammensetzung des Kerns einer Lösung näher. Es bestand kein Zweifel mehr, dass in Atomkernen neben Protonen auch Neutronen enthalten sind.

5.4 Der Atomkern als "Tröpfchen" aus Protonen und Neutronen

Die Experimente von Rutherford hatten ergeben, dass der Atomkern im Vergleich zur Größe des Atoms "winzig" ist. Er hatte Gold-Atome mit Alpha-Teilchen beschossen, die "Trefferate" untersucht und daraus auf die Größe der Atomkerne geschlossen.

Dieses Verfahren wurde später verfeinert: statt Alpha-Teilchen aus einer radioaktiven Quelle benutzte man ab etwa 1932 Alpha-Teilchen oder Elektronen aus einem Beschleuniger, schoss sie auf dünne Folien verschiedener Elemente und maß die Winkelverteilung, d.h. die Trefferate pro Winkelintervall. Der Einsatz von Beschleunigern brachte 2 Vorteile:

1. Man konnte die Energie der Geschosse variieren und
2. im Vergleich zu radioaktiven Quellen konnte man mit hochenergetischeren Geschossen arbeiten.

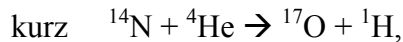
Aus solchen Streuexperimenten hat man sehr genau die Größe der Atomkerne bestimmt und folgendes einfache Gesetz gefunden:

Das Volumen der Atomkerne ist proportional zu ihrer Masse

Dieses Gesetz ist die Grundlage der "Tröpfchen-Vorstellung" des Atomkerns: Der Kern ist eine Art Flüssigkeitströpfchen aus sog. "Kernmaterie". Doch was versteht man unter Kernmaterie? Und wie hat man herausgefunden, woraus sie besteht?

In Streuexperimenten hat man die Atomkerne beschossen und versucht, ihre Bestandteile herauszuschlagen. Als Geschosse benutzte man zunächst Alpha-Teilchen und später auch andere Projektile. Dabei ereignen sich auch hin und wieder sog. Kernreaktionen, für die wir die folgenden beiden Beispiele betrachten wollen:

Stickstoff + Alpha \rightarrow Sauerstoff + Proton



die in der Abb. 5.2 dargestellt ist, und

Beryllium + Alpha \rightarrow Kohlenstoff + Neutron



Die erste Reaktion wurde schon von Rutherford beobachtet, die zweite führte zur Entdeckung des Neutrons. Viele andere Experimente haben gezeigt, dass keine weiteren elementaren Bestandteile in Atomkernen vorhanden sind, so dass wir heute sagen können:

Atomkerne bestehen aus Protonen und Neutronen.

Das positiv geladene Proton ist sozusagen der "Urkern", es ist der Kern des leichtesten Elementes, des Wasserstoffatoms, aus dem alle schwereren Atome entstanden sind. Das Neutron ist, wie sein Name schon andeutet, elektrisch neutral, d.h. ungeladen, aber etwa gleich schwer wie das Proton. Neutron und Proton ähneln sich in vieler Hinsicht, sie sind eine Art "zweieiige Zwillinge". Man fasst beide unter dem Begriff Nukleonen, d.h. Kernbausteine zusammen. Als Faustregel kann man sagen, dass von den in der Natur vorkommenden stabilen Atomkernen die leichten etwa gleich viele Protonen wie Neutronen enthalten, bei schwereren Kernen überwiegt die Neutronenzahl.

Während Protonen stabil sind, zerfallen freie Neutronen mit einer Halbwertszeit von ca. 600 sec. In den nicht radioaktiven Kernen hingegen sind auch die Neutronen stabil. Woher dieser Unterschied?

Nukleonen werden im Kern durch eine neue Art von Kräften zusammengehalten, den sog. "Kernkräften": Man nennt sie auch starke Kräfte, weil sie stärker als alle anderen bekannten Kräfte sind, stärker als die Schwerkraft, die das Planetensystem zusammenhält und stärker als die elektrische Kraft, die die Atome zusammenhält. Diese starke Kraft schafft es also, auch eine Anzahl von mehreren Protonen zusammen mit Neutronen auf engstem Raum zusammenzuhalten, obwohl die elektrischen Abstoßungskräfte nicht gering sind. Im Gegensatz zur elektrischen Kraft, die eine sehr große Reichweite hat, wirkt die Kernkraft jedoch nur über eine sehr kleine Distanz, praktisch nur auf die nächsten Nachbarn unter den Nukleonen. Diese Eigenschaft der Kernkräfte ist ähnlich wie die der Kräfte, die die Moleküle in einem Wassertropfen zusammenhalten, wodurch das Tröpfchenmodell des Atomkerns zusätzlich gestützt wird.

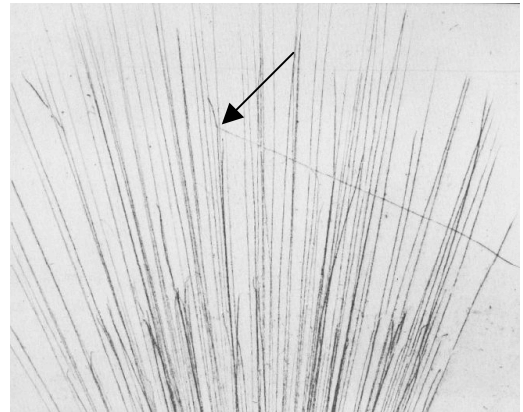


Abb. 5.2:

Kernreaktion in einer Nebelkammer. Ein von unten einfallendes α -Teilchen trifft an der markierten Stelle auf einen Stickstoffkern aus der Luft. Dabei entstehen ein Sauerstoffkern (kurze Spur nach links oben) und ein Proton (lange Spur nach rechts unten).

Wenn ein großer Wassertropfen zu Schwingungen angeregt wird, kann er in zwei oder mehrere kleinere Tropfen zerplatzen. Etwas ähnliches passiert bei der Kernspaltung, die 1938 von Otto Hahn entdeckt wurde und zu deren Verständnis das Tröpfchenmodell wesentlich beigetragen hat.

5.5 Der schalenförmige Aufbau des Atomkerns

Zum Schluss soll auf ein weiteres Modell des Atomkerns, quasi eine Verfeinerung des Tröpfchenmodells, kurz eingegangen werden, da zwei der Urheber lange in Heidelberg gewirkt haben: der Experimentalphysiker Otto Haxel und der Theoretiker Hans Jensen. Nachdem der Atombau verstanden war, konnte das Periodensystem der Elemente durch den Besetzungsgrad der verschiedenen Schalen erklärt werden. Die chemische Inaktivität der Edelgase lässt sich darauf zurückführen, dass die inneren Schalen vollständig besetzt sind. Ferner sind die Ionisationsenergien bei diesen Elementen sehr hoch. Schaut man hingegen in die Spalte der Alkalimetalle, so sind diese sehr reaktionsfreudig und ihre Ionisationsenergien sind relativ niedrig, da das letzte Elektron weiter außen in einer neuen Schale angesiedelt ist. Auf diese Weise ergeben sich gewisse Eigenschaften, die sich periodisch wiederholen. Findet man etwas Ähnliches auch für die Atomkerne?

Bei der Untersuchung der Eigenschaften der verschiedenen Elemente fand man gewisse Regelmäßigkeiten: Elemente, deren Kerne eine bestimmte Anzahl von Protonen oder Neutronen besitzen, kommen deutlich häufiger in der Natur vor als benachbarte Elemente. Ferner gibt es bei diesen Protonen- und Neutronenzahlen mehr stabile Isotope, die Energien der 1. angeregten Zustände liegen höher usw. Durch systematische Untersuchungen solcher Regelmäßigkeiten fand man heraus, dass bei Protonen- oder Neutronenzahlen von 2, 8, 20, 28, 50, 82, und 126 ähnlich wie bei den Edelgasen im atomaren Bereich besondere stabile Verhältnisse auftreten. Dies deutete darauf hin, dass es auch im Atomkern Schalen geben müsste, die bei den genannten Zahlen gerade voll besetzt sind. Doch zunächst verstand man diese Zahlen nicht und nannte sie deshalb "magisch". So sind ${}^4\text{He}$ ($Z=2$, $N=2$), ${}^{16}\text{O}$ ($Z=8$, $N=8$) und ${}^{208}\text{Pb}$ ($Z=82$, $N=126$) doppelt magische Kerne.

Das Rätsel konnte 1949 gelöst werden durch Hinzunahme einer Wechselwirkung, die zwar vom Atom schon bekannt war, die aber bei den Kernen wesentlich stärker in Erscheinung tritt.

Was man sich zunächst als Tröpfchen vorgestellt hatte, gleicht also eher einer Zwiebel: Von einem kleinen Kern wird sie immer größer, indem sich außen neue Schalen bilden. Ähnlich scheint es bei den Atomkernen zu sein. Von einem Proton ausgehend wachsen sie zu immer größeren Kernen, indem sich die Nukleonen außen anlagern. Dabei braucht man eine bestimmte Zahl von Nukleonen, bis sich jeweils die nächste vollständige Schale gebildet hat. Solche Kerne sind dann besonders ausgezeichnet, besonders stabil und besonders häufig in der Natur vorhanden.

5.5 Biographien: Otto Haxel (1909 - 1998) und J. Hans D. Jensen (1907 – 1973))

Im Zusammenhang mit dem Atomkern sollen zwei Wissenschaftler gewürdigt werden, die lange Zeit in Heidelberg gelebt und gelehrt und in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Heidelberger Physik entscheidend geprägt haben. Während uns der Experimentalphysiker Haxel im unten zitierten Buch [1] manches aus seinem Leben erzählt, findet man über den Theoretiker Jensen nur sehr wenig. Selbst der für jeden Nobelpreisträger von der Schwedischen Akademie veröffentlichte Lebenslauf [2] enthält nicht viele Daten.

Der in Neu-Ulm in Bayern geborene Otto Haxel musste im württembergischen Ulm das Gymnasium besuchen, da es in seiner Heimatstadt keine höhere Schule gab. Dies sollte auf seinen späteren Werdegang von entscheidendem Einfluss sein. Nach dem Abitur begann Haxel mit dem Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in München, merkte jedoch sehr bald, dass die Physik ihn mehr begeisterte. Als er nach dem Vordiplom seiner Mutter – sein Vater war im 1. Weltkrieg gestorben – das Zeugnis zeigte, wusste die mit dem Beruf des Physikers nichts anzufangen. Da sie sich um die Zukunft ihres Sohnes Sorgen machte, wollte sie ihm die Weiterführung des Studiums nicht ermöglichen. Haxel sah in dieser Situation einen Ausweg, der auch der Mutter einleuchtete: Gymnasiallehrer für Physik war ein Beruf, der kein Risiko in sich barg. Während die bayerischen Kultusbehörden Haxel wegen des "im Ausland" erworbenen Abiturs Schwierigkeiten machten, nahm man ihn in Stuttgart mit offenen Armen auf. So setzte er sein Studium in Tübingen fort und promovierte 1933 bei Hans Geiger, einem Schüler Rutherfords, mit einer Arbeit über den Nachweis von Protonen mit einem Proportionalzählrohr. Später ging er mit Geiger nach Berlin, habilitierte sich dort im Jahre 1936 und war bis zum Ende des 2. Weltkrieges als Dozent an der Technischen Universität tätig. Nach dem Krieg wurde er 1946 wissenschaftlicher Mitarbeiter von Heisenberg am Max-Planck-Institut in Göttingen. In dieser Zeit arbeitete er an der Struktur der Materie und wurde auf die sogenannten "Magischen Zahlen" aufmerksam. Für ihre Erklärung suchte er u.a. Rat bei dem Theoretiker Jensen, der damals in Hannover tätig war und hin und wieder zu Kolloquien nach Göttingen kam. Hieraus entstand eine sehr fruchtbare Zusammenarbeit, die ihre Krönung im Schalenmodell der Atomkerne fand. So ist es nicht verwunderlich, dass kurz nachdem Jensen im Jahre 1949 einen Ruf nach Heidelberg angenommen hatte, Haxel ihm ein Jahr später folgte. Haxel wurde hier Ordinarius für Physik und Leiter des 2. Physikalischen Instituts. Neben der reinen Kernphysik beschäftigten er und seine Mitarbeiter sich mit der Anwendung physikalischer Methoden in den verschiedensten Gebieten, z.B. bei der Altersbestimmung und in der Umwelterforschung. Außerdem war die Anfängervorlesung für angehende Physiker, andere Naturwissenschaftler und Mediziner, die Haxel über viele Jahre hielt, so hervorragend, dass man häufig keinen Platz bekam.



Neben seinen Aktivitäten an der Universität Heidelberg war Prof. Haxel auch am Aufbau des Kernforschungszentrum beteiligt. Er wurde Mitglied des Aufsichtsrates und später – von 1970 bis 1975 – wissenschaftlich-technischer Leiter des Zentrums. Anschließend kehrte er an die Universität Heidelberg zurück und war seit 1978 Präsident der Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

Hans Jensen wurde in Hamburg als Sohn eines Gärtners geboren. Wie man später oft im Garten des Theoretischen Instituts in Heidelberg am Philosophenweg sehen konnte, hat ihm der Vater die Liebe zur Natur und speziell zum Garten vererbt.

Nach seiner Schulzeit begann Jensen 1926 mit dem Studium der Physik, Mathematik, physikalischen Chemie und Philosophie, zunächst in seiner Heimatstadt Hamburg und später in Freiburg.

1932 promovierte er an der Universität Hamburg und wurde anschließend Assistent am Institut für theoretische Physik. Nach seiner Habilitation im Jahre 1936 blieb er zunächst als Privatdozent in Hamburg, bis er 1941 als Professor für theoretische Physik an die Technische Hochschule Hannover wechselte. Nach dem Kriege traf er dann mit Otto Haxel



zusammen, der ihn in der Frage der "Magischen Zahlen" um Rat bat. Jensen soll Haxel ziemlich barsch gesagt haben, dass er sich mit Physik und nicht mit Magie beschäftige, doch das Problem ließ ihn nicht los. Schließlich veröffentlichte er – zusammen mit Haxel und Suess – im Jahre 1949 das Ergebnis zahlreicher Überlegungen, das zum Schalenmodell der Atomkerne führte. Hierfür und für weitere bahnbrechende Arbeiten zu diesem Thema erhielt er 1963 – zusammen mit Maria Göppert-Meyer – den Nobelpreis für Physik. Außerdem entwickelte er ein Modell für die Kollektivbewegungen in Kernen und trug zur Weiterentwicklung der Schwachen Wechselwirkung bei. In das Jahr 1949 fiel auch sein Wechsel an die Universität Heidelberg, der er – abgesehen von einigen Gastprofessuren an mehreren berühmten amerikanischen Universitäten, u.a. Princeton, Berkeley und CalTec – bis zu seinem Tode die Treue hielt. Durch eine kluge Berufungspolitik trug er wesentlich dazu bei dass die Heidelberger Fakultät für Physik und Astronomie eine der führenden Deutschlands wurde. Er war seit 1947 Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften und seit 1960 korrespondierendes Mitglied der Max-Planck-Gesellschaft.

Quellen:

1. O.M. Marx und A. Moses: Emeriti erinnern sich – Rückblicke auf die Lehre und Forschung in Heidelberg, Bd. II, Die naturwissenschaftlichen Fakultäten, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1994
2. <http://nobelprize.org/physics/laureates/1963/jensen-bio.html>