

# Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

1933, Nr. 1.

— Abteilung A (Vereinsnachrichten) —

4. Januar.

## Otto Hahn: Die chemischen Elemente und Atomarten nach dem Stande der Isotopen-Forschung (Bericht über die Arbeiten vom Ende 1931 bis Ende 1932).

(Eingegangen am 22. November 1932.)

### Bezugssystem der Atomgewichte.

In der Frage über die Basis der Atomgewichte<sup>1)</sup> hat sich auch die „Internationale Atomgewichts-Kommission“<sup>2)</sup> auf den Standpunkt gestellt, die bisherige chemische Basis  $O = 16$  beizubehalten, da sie allen Anforderungen, die an die Genauigkeit der internationalen Atomgewichte gestellt werden, genügt. Für die in manchen Fällen weitergehenden Bedürfnisse der Physik erscheint  $O_{16} = 16$  als bester Standard<sup>3)</sup>. Die Umrechnung der „physikalischen“ auf die „chemischen“ („praktischen“) Atomgewichte ergibt sich aus dem Mecke-Childsschen Wert  $O_{18}:O_{16} = 1:0.9978$ , also durch Multiplikation des physikalischen Wertes mit 0.9978.

### A. Massen-spektroskopische Ergebnisse.

Wasserstoff: Über die massen-spektroskopische Bestätigung eines neuen Wasserstoff-Isotops  $H^2$  siehe Abschnitt B unter Wasserstoff<sup>3a)</sup>.

Lithium: Das auf massen-spektroskopischem Wege von Aston ermittelte Verhältnis  $Li_7:Li_6$ , das in einer als vorläufig bezeichneten Bestimmung zu 10.2 angegeben worden war<sup>4)</sup>, wurde von diesem Forscher nunmehr genau zu 11 bestimmt<sup>5)</sup>. Dieses Verhältnis steht in guter Übereinstimmung mit einer neueren Bestimmung von Bainbridge<sup>6)</sup>, der als zuverlässigsten Wert für das Intensitäts-Verhältnis 11.28 angegeben hat. Auf die Packungs-Anteile korrigiert und auf die chemische Basis umgerechnet,

<sup>1)</sup> vergl. den vorjährigen Bericht von O. Hahn, B. **65** A, 1 [1932].

<sup>2)</sup> B. **65** A, 33 [1932].

<sup>3)</sup> vergl. auch R. Mecke, Physikal. Ztschr. **33**, 49 [1932]; Stefan Meyer, Physikal. Ztschr. **33**, 301 [1932].

<sup>3a)</sup> Der Index, der bei Isotopen die Protonen-Anzahl angibt, ist beim Wasserstoff nach oben gerückt worden, um das neue Isotop vom Atomgewicht 2, also  $H^2$ , vom Wasserstoff-Molekül  $H_2$  zu unterscheiden. Logischerweise müßte dies für alle Isotope geschehen. Letzteres war auch vorgesehen, konnte aber durch ein Versehen der Druckerei nicht mehr durchgeführt werden.

<sup>4)</sup> F. W. Aston, Nature **128**, 149 [1931].

<sup>5)</sup> F. W. Aston, Proceed. Roy. Soc. (A) **134**, 574 [1932].

<sup>6)</sup> K. T. Bainbridge, Journ. Franklin Inst. **212**, 317 [1931].

ergibt sich für das praktische Atomgewicht des Lithiums der Wert  $6.928 \pm 0.008$ , gegenüber dem Wert der internationalen Tabelle von 6.940.

Sauerstoff: Auch Aston<sup>7)</sup> konnte jetzt die bisher nur banden-spektroskopisch gefundenen Sauerstoff-Isotope  $O_{18}$  und  $O_{17}$  feststellen. Die Anwesenheit von OH und  $OH_2$  verhindert den Nachweis der atomaren Linien  $O_{17}$  und  $O_{18}$ , nicht aber die der Molekül-Linien  $O_{16}O_{18}$  und  $O_{16}O_{17}$ . Wegen der bisher unvermeidbaren Anwesenheit von Spuren der Schwefel-Isotope ließen sich die relativen Intensitäten noch nicht mit großer Genauigkeit angeben. Immerhin stimmen die Astonschen Ergebnisse  $O_{16}:O_{18}:O_{17} = 536:1:1/4.2$  sehr gut mit den Mecke-Childsschen Werten  $630:1:1/5$  überein.

Neon: Einen großen praktischen Erfolg in der Methodik der Isotopen-Trennung erzielte G. Hertz<sup>8)</sup> durch eine weitgehende Verbesserung der bekannten Methode der Diffusion von Gasen durch poröse Wände. Die Verbesserung wird erreicht durch die gleichzeitige Wirksamkeit einer großen Zahl von Diffusionszellen (im vorliegenden Falle 24), in einem einzigen Arbeitsgang. Das bisher am Neon erprobte Verfahren ergab einerseits ein Gemisch von 99%  $Ne_{20} + 1\% Ne_{22}$ , andererseits ein Gemisch von gleichen Teilen  $Ne_{20} + Ne_{22}$ , während bekanntlich das gewöhnliche Neon aus 90%  $Ne_{20}$  und 10%  $Ne_{22}$  besteht. Auf dem nach der Parabel-Methode aufgenommenen Kanalstrahlen-Spektrum der schwereren Fraktion zeigten sich die Isotope 20, 22 und neben dem schon bekannten Isotop 21 auch eine Parabel, die möglicherweise einem Neon-Isotop 23 sehr geringer Intensität (1:2000) entspricht.

Scandium: Bei dem schon früher als einheitlich ermittelten Element hat Aston<sup>9)</sup> jetzt auch unter verbesserten Bedingungen keine neue Linie im Massen-Spektrum finden können. Sollten weitere Isotope vorhanden sein, dann müßte ihre Beteiligung unter 3% liegen (die Genauigkeit der Bestimmung). Unter Verwendung des zu  $-7$  geschätzten Packungs-Anteils berechnet Aston das praktische Atomgewicht des Sc zu  $44.96 \pm 0.05$  gegenüber dem internationalen Wert 45.10.

Zink: Dank der Verwendung einer Ionen-Quelle aus verdampfendem metallischem Zink, wobei eine Verunreinigung mit Zinkhydriden ausgeschlossen ist, hat Bainbridge<sup>10)</sup> festgestellt, daß zwei unter den von Aston<sup>11)</sup> angegebenen 7 Linien nicht von Zink-Isotopen, sondern von deren Hydriden herrühren. Es handelt sich um die Massenstrahlen 65 und 69. Die Intensitäten eines Teils der übrigen Isotope müssen auf die anwesenden Hydride korrigiert werden. Abgesehen davon wurden Astons Intensitäts-Angaben bestätigt. Bainbridge errechnet hieraus das praktische Atomgewicht des Zinks nunmehr zu  $65.32 \pm 0.02$  gegenüber dem Wert 65.38 der internationalen Tabelle.

Im Anschluß an diese Untersuchung beim Zink geht Bainbridge auf die Frage ein, ob noch bei anderen Massen-Bestimmungen Irrtümer

7) F. W. Aston, Nature **130**, 21 [1932].

8) G. Hertz, Naturwiss. **20**, 493 [1932]; Ztschr. Physik **79**, 108 [1932].

9) F. W. Aston, Proceed. Roy. Soc. (A) **134**, 576 [1932].

10) K. T. Bainbridge, Physical Rev. **39**, 849 [1932].

11) vergl. vorjährigen Bericht: B. **65** A, 2 [1932].

bezüglich anwesender Hydride unterlaufen sein könnten, und kommt zu dem Ergebnis, daß dies wohl nur beim Germanium (nach Aston 8 Isotope vom Atomgewicht 70—77) der Fall sein dürfte.

Selen: Wie im vorjährigen Bericht angegeben, bestimmte Aston das praktische Atomgewicht des Selen zu 78.96 gegenüber dem damals gültigen Wert der Atomgewichts-Tabelle von 79.2. In Gemeinschaft mit W. Kapfenberger wurde deshalb von Hönigschmid<sup>12)</sup> eine Neubestimmung des Selen durch die quantitative Synthese des Selen silbers durchgeführt und als Mittel von 11 Bestimmungen für das Atomgewicht der Wert  $78.962 \pm 0.002$  gefunden. Diese nunmehr vollständige Übereinstimmung des chemischen Wertes mit den Astonschen Bestimmungen bietet ein schönes Beispiel auch für die Genauigkeit der Astonschen mikro-photometrischen Intensitäts-Bestimmungen von Isotopen.

Strontium: Für die drei Strontium-Isotope 86, 87 und 88<sup>13)</sup> werden von Aston jetzt folgende prozentischen Häufigkeiten angegeben<sup>14)</sup>:

Atomarten .....	86	87	88
Prozentische Häufigkeit .....	10	6.6	83.3

Wählt man als Packungs-Anteil des Strontiums den des dem  $\text{Sr}_{86}$  isobaren  $\text{Kr}_{86}$ , nämlich  $-8.2$ , dann berechnet sich das praktische Atomgewicht des Strontiums zu  $87.64 \pm 0.06$  in vorzüglicher Übereinstimmung zu dem chemischen Wert 87.63.

Niob: Durch Verwendung von  $\text{NbF}_5$  konnte Aston<sup>15)</sup> das Massenspektrum des Niobs und einiger seiner niedrigen Fluoride ( $\text{NbF}$ ,  $\text{NbF}_2$ ...) erhalten. Wenn die Daten auch noch unvollständig sind, so ist nach Aston das eine Ergebnis sicher: Das Niob ist im wesentlichen eine einheitliche Atomart 93; andere Isotope könnten — wenn überhaupt — nur in sehr geringem Maße anwesend sein. Der Packungs-Anteil wird durch Vergleich mit der Linie 85 ( $\text{SiF}_3$ ) zu  $-8$  bestimmt. Hieraus folgt für das chemische Atomgewicht der Wert  $92.90 \pm 0.05$  im starken Gegensatz zu dem derzeitigen Wert 93.3 (siehe hierzu auch das Tantal, weiter unten).

Tellur: Beim Tellur bestand bisher noch ein großer Unterschied zwischen den von Aston ermittelten und dem nach chemischen Methoden bestimmten Atomgewicht. Bainbridge<sup>16)</sup> ist es nun gelungen, außer den von Aston festgestellten 4 Isotopen 125, 126, 128, 130 drei neue sicher, ein sehr schwaches weiteres, vielleicht nachzuweisen. Die neuen Isotope haben die Atomgewichte 122, 123, 124 (127?). Die prozentische Häufigkeit der neuen Isotope wurde unter Verwendung der Astonschen Angaben über die vorher bekannten Isotope mikro-photometrisch bestimmt. Unter Einsetzung des von Aston gewählten Packungs-Anteils von  $-5$  berechnet Bainbridge nunmehr das chemische Atomgewicht des Tellurs zu  $127.58 \pm 0.15$ , wodurch die frühere Abweichung vom internationalen Wert 127.5 verschwindet. Sehr erfreulich ist es, daß eine ohne Kenntnis der Bainbridgeschen Ergebnisse

<sup>12)</sup> O. Hönigschmid, Naturwiss. **20**, 659 [1932].

<sup>13)</sup> vergl. vorjährigen Bericht: B. **65** A, 3 [1932].

<sup>14)</sup> F. W. Aston, Proceed. Roy. Soc. (A) **134**, 573 [1932].

<sup>15)</sup> F. W. Aston, Nature **130**, 130 [1932].

<sup>16)</sup> W. T. Bainbridge, Physical Rev. **39**, 1021 [1932].

von Hönigschmid<sup>17)</sup> (mit Sachtleben und Wintersberger) zur Aufklärung der bisherigen Unstimmigkeiten beim Tellur durchgeführte Neubestimmung des Tellurs zu genau demselben Wert ( $127.587 \pm 0.019$ ) führt, den Bainbridge angibt.

Barium: Von den im Vorjahre von Aston gefundenen drei neuen Barium-Isotopen und dem lange bekannten  $Ba_{138}$  konnten nunmehr die relativen Intensitäten ermittelt werden<sup>18)</sup>:

Atomarten .....	135	136	137	138
Prozentische Häufigkeit .....	5.9	8.9	11.1	74.2

Hieraus und aus dem zu  $-6.1 \pm 2$  bestimmten Packungs-Anteil folgt für das praktische Atomgewicht des Bariums  $137.43 \pm 0.08$ , das also innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen mit dem internationalen Wert übereinstimmt.

Tantal: Für das Tantal gilt dasselbe, was oben für das Niob gesagt wurde. Verwendet wurde das  $TaF_5$ . Aber außer der Linie 181 konnte von Aston<sup>19)</sup> weder das erwartete  $Ta_{183}$ , noch irgend ein anderes Isotop gefunden werden, obgleich noch 2% der Intensität der Hauptlinie hätten nachweisbar sein müssen. Auch das Tantal ist daher augenscheinlich ein Rein-Element. Der Packungs-Anteil ergab sich zu etwa  $-4$ . Das chemische Atomgewicht ist danach  $180.89 \pm 0.07$  gegenüber dem wesentlich höheren internationalen Wert 181.4.

Thallium: Durch Verwendung von Thalliumtriäthyl konnte das Spektrum des Thalliums<sup>20)</sup> mit großer Genauigkeit aufgenommen werden, nachdem bereits im Vorjahre durch Schüler und Keyston einerseits, durch Aston andererseits dessen isotope Zusammensetzung aus zwei Komponenten<sup>21)</sup> erkannt worden war. Aus dem Verhältnis  $Tl_{203} : Tl_{205} = 1 : 2.4$  (Schüler und Keyston hatten  $1 : 2.3$  gefunden) und dem Packungs-Anteil von ungefähr 1.8 ( $\pm 2$ ) ergibt sich für das praktische Atomgewicht der Wert  $204.41 \pm 0.03$ , der vorzüglich mit dem Wert der internationalen Tabelle 204.39 übereinstimmt.

Blei: Die isotope Zusammensetzung des Bleis ist von spezieller Wichtigkeit, weil mit ihr eine ganze Anzahl von Fragen über den Ursprung unseres gewöhnlichen Bleis, über das Atomgewicht und die Halbwertszeit des hypothetischen Actino-urans u. a. m. verknüpft sind. Wie im Abschnitt B dieses Berichts mitgeteilt, hat Schüler in Gemeinschaft mit Jones, außer den bisher bekannten drei stabilen Isotopen 206, 207 und 208 ein viertes mit dem Atomgewicht 204 nachgewiesen. Dieses vierte Isotop wird in einer neueren Arbeit von Aston<sup>22)</sup> über die Zusammensetzung von Blei verschiedenen Ursprungs bestätigt, und zwar findet Aston für die relative Beteiligung dieses neuen Isotops im gewöhnlichen Blei den gleichen Wert wie Schüler aus seinen Hyperfeinstruktur-Analysen.

<sup>17)</sup> O. Hönigschmid, Naturwiss. **20**, 659 [1932].

<sup>18)</sup> F. W. Aston, Proceed. Roy. Soc. (A) **134**, 575 [1932].

<sup>19)</sup> F. W. Aston, Nature **130**, 130 [1932].

<sup>20)</sup> F. W. Aston, Proceed. Roy. Soc. (A) **134**, 577 [1932].

<sup>21)</sup> vergl. vorjährigen Bericht: B. **65** A, 6 und 11 [1932].

<sup>22)</sup> F. W. Aston, Nature **129**, 649 [1932].

Darüber hinaus gibt aber Aston noch eine Reihe weiterer Blei-Isotope sehr geringer Konzentration an, und zwar  $Pb_{203}$ ,  $Pb_{205}$ ,  $Pb_{209}$  und  $Pb_{210}$ . Sichere Angaben über deren Beteiligung kann Aston noch nicht machen. Das unter den vier neuen Isotopen stärkste wird bei Aston mit 0.85%, das schwächste mit 0.03% angegeben! Außer diesen neuen Angaben über das gewöhnliche Blei gibt Aston eine im folgenden wiedergegebene Zusammenstellung von Massen-Analysen zweier Sorten Uran-Blei und einer Probe von Thor-Blei.

Atomarten	I	II	III	IV
203	(0.04)	—	—	—
204	(1.50)	—	—	—
205	(0.03)	—	—	—
206	27.75	93.3	85.9	4.6
207	20.20	6.7	8.3	1.3
208	49.55	(0.02)	5.8	94.1
209	(0.85)	—	—	—
210	(0.08)	—	—	—
hieraus berechneter Mittelwert .....	207.19	206.067	206.20	207.895
chemisch bestimmter Wert .....	207.22	206.048	206.195	207.90

I. Gewöhnliches Blei. — II. Blei aus Katanga-Pechblende (Hönigschmid u. Birkenbach, B. 56, 1837 [1923]). — III. Blei aus Wilberforce Uraninit (Baxter u. Bliss, Journ. Amer. chem. Soc. 52, 4851 [1930]). — IV. Blei aus norwegischem Thorit (Fajans, Sitz.-Ber. Heidelberg. Akad. Wiss. 3 [1918]).

Im großen und ganzen bringen diese Analysen eine Bestätigung unserer heutigen Ansichten über den Ursprung von  $Blei_{206}$  und  $Blei_{207}$  aus Uran, von  $Blei_{208}$  aus Thorium. Im einzelnen liegen aber noch Unstimmigkeiten vor. So sind die relativen Mengen von  $Blei_{206}$  und  $Blei_{207}$  in dem Thor-Blei anders als man sie durch eine Verunreinigung des Thor-Bleis entweder mit gewöhnlichem Blei oder mit Uran-Blei erwarten sollte. Augenscheinlich enthielt die Probe IV etwas gewöhnliches und etwas Uran-Blei. Weitere Versuche an einem größeren Material sind hier wünschenswert.

Was die neuen, von Aston angegebenen Isotope kleinster Konzentration anbelangt, so können sie Schüler und Jones<sup>23)</sup> bisher nicht bestätigen. Die Verfasser geben an, daß sie insbesondere ein Isotop 209 hätten finden müssen, wenn es in der Konzentration vorläge, die Aston angibt. Wegen der Isotope 203 und 205 weisen sie darauf hin, daß es sich vielleicht um spurenweise vorhandenes Thallium handelt, das sich in Blei-Präparaten spektroskopisch fast immer nachweisen lasse. Sie geben die Anregung, die für die massen-spektroskopische Analyse verwandten Präparate durch die sehr empfindliche optische Spektral-Analyse zu kontrollieren.

Eka-Caesium: Barnes und Gibbs<sup>24)</sup> berichten über vorläufige Versuche, das lange gesuchte Element der Ordnungszahl 87 massen-spektroskopisch nachzuweisen. Sie prüfen nach der Dempsterschen Methode ein im wesentlichen aus Caesium-Alaun bestehendes (aus Samarskit gewonnenes)

<sup>23)</sup> H. Schüler u. E. Gwynne Jones, Nature 129, 833 [1932].

<sup>24)</sup> L. L. Barnes u. R. C. Gibbs, Physical Rev. 40, 318 [1932].

Präparat von Papish und Wainer<sup>25)</sup>, das nach den Angaben dieser Verfasser röntgen-spektroskopisch die Anwesenheit kleiner Mengen des fraglichen Elements erkennen ließ. Barnes und Gibbs weisen in der Tat positive Ionen der Masse 220 nach, doch ist die Intensität ihrer Massenspektrenlinien etwa 10000-mal geringer als die des Caesiums am gleichen Präparat. Zur zweifelsfreien Sicherstellung der Existenz des neuen Elements sind wohl noch weitere Untersuchungen notwendig.

In diesem Zusammenhang seien eine Reihe von Arbeiten von Allison<sup>26)</sup> und Mitarbeitern erwähnt, die nach einer magneto-optischen Methode die Existenz von Eka-Jod und Eka-Caesium nachgewiesen haben wollen. Letzteres Element besteht nach den Verfassern aus 6 Isotopen. Auch bei anderen Metallen werden neue Isotope angegeben. So lange diese Ergebnisse nicht auf anderen Wegen nachgeprüft worden sind, muß die neue Methode starken Zweifeln begegnen.

### B. Linien- und banden-spektroskopische Ergebnisse.

Wasserstoff: Beim Wasserstoff ist ein Fortschritt von fundamentaler Bedeutung insofern erzielt worden, als die Existenz eines Isotops mit der Masse 2 ( $H^2$ ) mit Sicherheit nachgewiesen worden ist<sup>26a)</sup>.

In kurzer Folge sind darüber eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen, auf deren Einzelheiten hier nicht eingegangen werden kann. Die wichtigsten Ergebnisse sind folgende: Birge und Menzel<sup>27)</sup> hatten darauf hingewiesen, daß zwischen dem „chemischen“ Atomgewicht des Wasserstoffs 1.00777 und dem Aston'schen „physikalischen“ Wert 1.00778 insofern eine Unstimmigkeit besteht, als bei der Umrechnung des physikalischen Wertes auf den chemischen unter Verwendung des Mecke-Childs'schen Faktors 0.99978 für das praktische (chemische) Atomgewicht des Wasserstoffs 1.00756 herauskommt, also eine Abweichung vom geltenden Wert 1.00777, die schwer zu verstehen ist. „Die Unstimmigkeit könnte behoben werden, wenn man die Existenz eines Wasserstoff-Isotops  $H^2$  im Verhältnis 1:4500 annähme.“ Auf Grund eigener atom-theoretischer Überlegungen und im Hinblick auf die erwähnte Betrachtung von Birge und Menzel suchten Urey, Brickwedde und Murphey<sup>28)</sup> die Existenz eines neuen Wasserstoff-Isotops nachzuweisen. Sie verdampften zu diesem Zweck eine große Menge flüssigen Wasserstoffs und prüften das Spektrum der letzten Anteile auf schwerere Isotope  $H^2$  oder  $H^3$ . Sie kamen insofern zu einem positiven Ergebnis, als sie neben den sehr intensiven  $H^1$ -Balmer-Linien äußerst schwache Linien nachweisen konnten, die nur einem neuen Isotop  $H^2$  angehören konnten. Die gleichen, sehr schwachen

<sup>25)</sup> Jakob Papish u. Eugene Wainer, Journ. Amer. chem. Soc. **53**, 3818 [1931].

<sup>26)</sup> J. L. McGhee u. Margaret Lawrenz, Journ. Amer. chem. Soc. **54**, 407 [1932]; Fred Allison, Edna R. Bishop, Anna L. Sommer u. J. H. Christensen, ebenda **54**, 613 [1932]; Fred Allison, Edna R. Bishop u. Anna L. Sommer, ebenda **54**, 616 [1932]; E. R. Bishop, Physical Rev. **40**, 16 [1932].

<sup>26a)</sup> vergl. hierzu Anmerkung <sup>26)</sup> auf S. 1.

<sup>27)</sup> vergl. vorjährigen Bericht: B. **65** A, 8 [1932].

<sup>28)</sup> Harold C. Urey, F. G. Brickwedde u. G. M. Murphey, Physical Rev. **39**, 164, 864, **40**, 1 [1932].

Linien wurden aber auch im gewöhnlichen Wasserstoff gefunden; eine Anreicherung hatte also nicht stattgefunden. Bei einer Wasserstoff-Probe, die nahe dem Tripelpunkt des Wasserstoffs verdampft war, traten dagegen die neuen Linien wesentlich verstärkt hervor. Die Verfasser schlossen auf einen Gehalt des gewöhnlichen Wasserstoffs an  $H^2$  im Verhältnis 4000:1, in der angereicherten Probe im Verhältnis 800:1. Von einem weiteren Isotop  $H^3$  wurde keine Spur gefunden.

Von Bleakney<sup>29)</sup> wurden diese Ergebnisse mit dem angereicherten Wasserstoff auf massen-spektroskopischem Wege bestätigt und zugleich der sich bei dieser Methode aufdrängende Einwand experimentell entkräftet, daß es sich in diesem Falle, statt um die angenommenen  $H^1H^2$  Moleküle, um  $H^1H^1H^1$  Moleküle (also 3-atomigen Wasserstoff) handeln könne. Als relative Intensität  $H^2:H^1$  in dem angereicherten Wasserstoff findet Bleakney nach seiner Methode 1:1100, also eine genügende Bestätigung der Angaben der Entdecker. Dagegen kann der Betrag des neuen Isotops im gewöhnlichen Wasserstoff nicht 1:4000 betragen, sondern nur etwa 1:30000. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Kallmann und Lasareff<sup>30)</sup>. Nach einem anfänglichen, durch die Art der Destillation des Wasserstoffs bedingten Mißerfolg fanden auch diese Forscher auf massen-spektroskopischem Wege das neue Isotop. Aber der Gehalt im nicht angereicherten Gas ist nach Kallmann und Lasareff höchstens 1:40000, also sehr klein. Die Unstimmigkeiten zwischen diesen Gehalts-Angaben und denen der Entdecker verschwinden durch eine neue Untersuchung von Urey, Brickwedde und Murphey<sup>31)</sup>, aus der hervorgeht, daß bei ihrer Nachweis-Methode die starken Linien des  $H^1$  durch Selbst-Absorption stärker geschwächt wurden als die von  $H^2$ . Die Intensität des neuen Isotops im nicht angereicherten Wasserstoff war also überschätzt worden.

Als Ergebnis besteht also die Tatsache, daß ein Wasserstoff-Isotop von der Masse 2 existiert. Sein Gehalt im gewöhnlichen Wasserstoff ist aber so klein, daß die Unstimmigkeit zwischen dem physikalischen und chemischen Atomgewicht des Wasserstoffs fast in der gleichen Höhe wie bisher bestehen bleibt. Eine von Aston<sup>32)</sup> in Aussicht gestellte neue Bestimmung des genauen Atomgewichts des gewöhnlichen Wasserstoffs wird hier vielleicht Aufklärung bringen. In der Zwischenzeit liegen nun schon genaue massen- und banden-spektroskopische Einzel-Atomgewichtsbestimmungen des  $H^2$  vor. Bainbridge<sup>33)</sup> verwendete hierzu das von Brickwedde<sup>34)</sup> auf etwa 1% angereicherte Präparat. Durch Vergleich mit dem Massen-Spektrum von Helium und von  $O_{16}$  findet Bainbridge den Wert  $2.01351 \pm 0.00018$  und hieraus einen Packungs-Anteil von  $67.5 \times 10^{-4}$  gegenüber dem von Aston seinerzeit ermittelten Packungs-Anteil von  $77.8 \times 10^{-4}$  des  $H^1$ . Hardy, Barker und Dennison<sup>35)</sup> finden das neue Isotop im Ultrarot-Spektrum

<sup>29)</sup> Walter Bleakney, *Physical Rev.* **39**, 536, **40**, 130 [1932].

<sup>30)</sup> H. Kallmann u. W. Lasareff, *Naturwiss.* **20**, 206, 472 [1932].

<sup>31)</sup> Harold C. Urey, F. G. Brickwedde u. G. M. Murphey, *Physical Rev.* **40**, 464 [1932]. <sup>32)</sup> F. W. Aston, *Nature* **130**, 21 [1932].

<sup>33)</sup> K. T. Bainbridge, *Physical Rev.* **42**, 1 [1932]. <sup>34)</sup> siehe Zitat Nr. 28.

<sup>35)</sup> J. D. Hardy, E. F. Barker u. D. M. Dennison, *Physical Rev.* **42**, 279 [1932].

des Chlorwasserstoffs, und zwar sowohl im gewöhnlichen HCl als einem mit angereicherterem  $H^2$  gewonnenen Präparat. Als Atomgewicht des  $H^2$  — verglichen mit  $O_{16} = 16$  — wird der Wert  $2.01367 \pm 0.0001$  berechnet. Für den Packungs-Anteil ergibt sich daraus  $68.3 \times 10^{-4}$ . Die massen-spektroskopischen und die banden-spektroskopischen Messungen stimmen also recht gut überein. Das Verhältnis  $H^2:H^1$  wird von den letzteren Verfassern auf  $1:35000$  geschätzt.

Die interessante Frage, ob der Gehalt von  $H^2$  im Wasserstoff verschiedenen Ursprungs konstant ist, ist von Bradley und Urey<sup>36)</sup> durch Vergleich von Wasser aus dem Kratersee des Kilauea, aus Obsidian, aus Devon-Mineralien usw. in vorläufigen Versuchen negativ beantwortet worden. Dagegen finden Washburn und Urey<sup>37)</sup> eine Anreicherung von  $H^2$  in den rückständigen Anteilen von Wasser, das in großtechnischem Maßstabe zur elektrolytischen Gewinnung von Sauerstoff verwendet wurde. Die Verfasser weisen darauf hin, daß ein solches an  $H^2$  bereits angereichertes Wasser, das in großer Menge leicht zugänglich ist, ein gutes Ausgangsmaterial für die weitere Anreicherung des schweren Isotops darstellt.

Beryllium: Olsson<sup>38)</sup> hält die Existenz von  $Be_9$ , über die im Vorjahr berichtet wurde<sup>39)</sup>, noch nicht für sichergestellt. Mindestens die Hälfte der von Watson<sup>39)</sup> einem  $Be_9$  zugeschriebenen schwachen Linien sind als Interferenzlinien zu deuten.

Bor: Paton und Almy<sup>40)</sup> bestimmten aus Banden-Spektren von Borhydrid die prozentische Häufigkeit von  $B_{11} = 82.9 \pm 2.5$  und von  $B_{10} = 17.1$  (nach Aston 79.4 und 20.6). Für das praktische Atomgewicht des Bors ergibt sich hieraus der Wert  $10.841 \pm 0.005$ . Er ist etwas höher als der Wert der internationalen Tabelle (10.82), der seinerseits etwas höher ist als das Ergebnis von Aston (10.803, vergl. hierzu den vorjährigen Bericht, S. 7).

Jenkins und McKellar<sup>41)</sup> berechnen aus den BO-Banden das genaue Massen-Verhältnis von  $B_{11}/B_{10}$ . Aus Astons seinerzeit genau bestimmten Einzel-Atomgewichten der Bor-Isotope, nämlich  $B_{11} = 11.0110$  und  $B_{10} = 10.0135$  (bezogen auf  $O_{16} = 16$ ), ergibt sich für das Massen-Verhältnis  $B_{11}/B_{10}$  der Wert  $1.09962 \pm 0.00032$ . Die Verfasser finden nach ihrer völlig anderen Methode  $1.009961$  mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur  $0.00006$ . Diese vorzügliche Übereinstimmung zeigt die Sicherheit der Astonschen Massen-Bestimmungen, die im vorliegenden Falle in noch engeren Grenzen genau sind, als von ihm selbst angegeben.

Stickstoff: Murphey und Urey<sup>42)</sup> haben ihre im vorjährigen Bericht referierten vorläufigen Versuche über den Gehalt von  $N_{15}$  im Misch-element

<sup>36)</sup> Ch. A. Bradley jun. u. H. C. Urey, *Physical Rev.* **40**, 889 [1932].

<sup>37)</sup> E. W. Washburn u. H. C. Urey, *Proceed. Nat. Acad.* **18**, 496 [1932].

<sup>38)</sup> Ernst Olsson. *Ztschr. Physik* **73**, 732 [1932].

<sup>39)</sup> vergl. vorjährigen Bericht: *B.* **65** A, 7 [1932].

<sup>40)</sup> R. T. Paton u. G. M. Almy, *Physical Rev.* **37**, 1710 [1931].

<sup>41)</sup> F. A. Jenkins u. A. McKellar, *Physical Rev.* **39**, 549 [1932].

<sup>42)</sup> G. M. Murphey u. H. C. Urey, *Physical Rev.* **41**, 141 [1932].

Stickstoff fortgesetzt und ihre damaligen Ergebnisse bestätigt. Als Mittel aus 32 Messungen finden sie für das Verhältnis  $N_{14}O_{18} : N_{15}O_{16}$  den Wert  $0.549 \pm 0.007$  (in der Arbeit der Verfasser ist das Verhältnis durch einen Druckfehler umgekehrt geschrieben worden). Unter Einsetzung des Mecke-Childsschen Wertes für  $O_{16} : O_{18}$  ergibt dies für die Beteiligung von  $N_{14} : N_{15} = 346 : 1$ , einem Wert, der mit dem praktischen Atomgewicht des Stickstoffs gut verträglich ist. Stickstoff sowohl als Sauerstoff verschiedenen Ursprungs zeigen innerhalb der Fehlergrenzen von 10 % gleiche isotope Zusammensetzung.

Chlor: Über das neue Chlor-Isotop<sup>43)</sup>  $Cl_{39}$  herrscht noch keine volle Klarheit. Hardy und Sutherland<sup>44)</sup> können das von Becker gefundene, von Hettner und Böhme bestätigte dritte Chlor-Isotop nicht auffinden, obgleich sie es nach den Intensitäts-Angaben von Hettner und Böhme hätten finden müssen. Hardy und Sutherland schließen aus ihren Versuchen, daß das Verhältnis  $Cl_{39} : Cl_{35}$  kleiner sein muß als 1 : 1600. Nach einer noch nicht erschienenen Arbeit von Kallmann und Lasareff scheint das  $Cl_{39}$  aber doch zu existieren, allerdings nur zu einem Betrage von etwa 1 : 6000.

Blei: Außer den in den Hyperfeinstruktur-Aufnahmen des Bleis bisher nachgewiesenen drei Isotopen 206, 207 und 208 finden Schüler und Jones<sup>45)</sup> im gewöhnlichen Blei ein weiteres Isotop 204. Die Beteiligung im Misch-element beträgt etwa 1 %. Da  $Pb_{204}$  mit  $Hg_{204}$  isobar ist, ist es verständlich, daß Aston infolge der Anwesenheit von Hg in seinem Massenspektrograph die Existenz dieser neuen Atomart übersehen konnte. In der Zwischenzeit hat auch Aston das neue Isotop gefunden (vergl. hierzu Abschnitt A, S. 7). Murakawa<sup>46)</sup>, der ebenfalls die Hyperfeinstrukturen von Blei untersucht hat, bestätigt auch das Isotop 204 und diskutiert das Isotop 210. Nach seinen Beobachtungen soll es 8-mal schwächer als 204 sein. Das wäre kein Widerspruch zu Schüler und Jones und könnte wenigstens qualitativ in Übereinstimmung mit Aston sein. Dagegen stehen die Mischungs-Verhältnisse der Pb-Isotope, die er aus Intensitäts-Messungen bestimmt,  $Pb_{208} : Pb_{207} : Pb_{206} = 47.4 : 25.9 : 26.4$ , offensichtlich im Widerspruch zu der oben erwähnten Analyse von Aston. Der Mengen-Anteil von 207 ist bei Murakawa größer als bei Aston. Hier sind weitere Versuche notwendig.

In der folgenden Tabelle wird versucht, anstelle der früheren einfacheren Anordnung, eine genauere Darstellung des derzeitigen Standes unserer Kenntnisse über Einzel-atomgewichte und die hieraus berechneten chemischen (praktischen) Atomgewichte zu geben. Zum Vergleich sind die nach den üblichen Methoden der Atomgewichts-Bestimmung erhaltenen Werte der „Internationalen Atomgewichts-Kommission“ beigefügt.

<sup>43)</sup> vergl. vorjährigen Bericht: B. 65 A, 11 [1932].

<sup>44)</sup> J. D. Hardy u. G. B. B. M. Sutherland, Physical Rev. 41, 471 [1932].

<sup>45)</sup> R. Schüler u. E. G. Jones, Naturwiss. 20, 171 [1932]; Ztschr. Physik 75,

Tabelle I.

Isotopen- und Atomgewichts-Tabelle der gewöhnlichen chemischen Elemente, soweit Ende 1932 bekannt.

Ordnungszahl	Name des Elements <sup>47)</sup>	Häufigkeit in %	Atomart	Packungsanteil $\times 10^4$	Einzelatomgewicht	Chemisches Atomgewicht für O = 16 nach Ergebnissen der Isotopenforschung <sup>48)</sup>		Wert der Internationalen Tabelle	Bemerkungen
1	Wasserstoff	99.997	H <sup>1</sup>	+ 77.8 $\pm$ 1.5	1.00778	1.00759	1.0078	s. diesen Bericht S. 6—7.	
		$\sim$ 0.003	H <sup>2</sup>	67.5 bzw. 68.3	2.01351 bzw. 2.01367				
2	Helium	—	He <sub>4</sub>	+ 5.4 $\pm$ 1	4.00216	4.00128	4.002		
3	Lithium	8.3	Li <sub>6</sub>	+ 20.0 $\pm$ 3	6.012	6.928	6.940	s. S. I.	
		91.7	Li <sub>7</sub>	+ 17.0 $\pm$ 3	7.012				
4	Beryllium	(ca. 0.05)	(Be <sub>8</sub> )	—	—	—	9.02		
		99.95	Be <sub>9</sub>	—	—				
5	Bor	20.6	B <sub>10</sub>	+ 13.5 $\pm$ 1.5	10.0135	10.803	10.82	s. S. 8.	
		79.4	B <sub>11</sub>	10.0 $\pm$ 1.5	11.0110				
6	Kohlenstoff	99.75	C <sub>12</sub>	3.0 $\pm$ 1	12.0036	—	12.00		
		$\sim$ 0.25	C <sub>13</sub>	—	—				
7	Stickstoff	99.7	N <sub>14</sub>	5.7 $\pm$ 2	14.008	14.008	14.008	s. S. 8—9.	
		0.3	N <sub>15</sub>	—	—				
8	Sauerstoff	99.8	O <sub>16</sub>	0.00	16.0000	16.000	16.0000	vergl. Mecke u. Wurm, Ztschr. Physik <b>61</b> , 37 [1930].	
		0.03	O <sub>17</sub>	—	—				
		0.16	O <sub>18</sub>	— 5 $\pm$ 5	17.991 $\pm$ 0.01				
9	Fluor	—	F <sub>19</sub>	0.0 $\pm$ 1	19.0000	18.996	19.00		
		[ca. 88] <sup>49)</sup>	Ne <sub>21</sub>	0.2 $\pm$ 1	20.0004	—	20.183	s. S. 2, vergl. auch Ornstein u. Vreeswijk, Ztschr. Physik <b>75</b> , 109 [1932].	
		[ca. 2]	Ne <sub>22</sub>	—	—	—			
10	Neon	[ca. 10]	Ne <sub>20</sub>	(2.2?)	(22.0048)	—	—		
11	Natrium	—	Na <sub>23</sub>	—	—	—	22.997		
12	Magnesium	[ca. 78]	Mg <sub>24</sub>	—	—	—	24.32		
		[ca. 11]	Mg <sub>25</sub>	—	—	—			
		[ca. 11]	Mg <sub>26</sub>	—	—	—			
13	Aluminium	—	Al <sub>27</sub>	—	—	—	26.97		
14	Silicium	[ca. 96]	Si <sub>28</sub>	—	—	—	28.06		
		> 2	Si <sub>29</sub>	—	—	—			
		< 2	Si <sub>30</sub>	—	—	—			
15	Phosphor	—	P <sub>31</sub>	— 5.6 $\pm$ 1.5	30.9825	30.976	31.02		
16	Schwefel	[ca. 97]	S <sub>32</sub>	—	—	—	32.06		
		[ca. 0.8]	S <sub>33</sub>	—	—	—			
		[ca. 2.2]	S <sub>34</sub>	—	—	—			

<sup>47)</sup> Das kürzlich entdeckte „Neutron“ von der Masse 1 und der Ordnungszahl 0 ist hier absichtlich noch nicht aufgenommen, weil es für die Chemie vorerst nur theoretisches Interesse besitzt und genaue Massen-Bestimmungen noch nicht vorliegen.

<sup>48)</sup> Die Umrechnung auf die „chemischen“ Atomgewichte geschah in allen Fällen mit Hilfe des Mecke-Childsschen Faktors 0.99978.

<sup>49)</sup> Die in eckigen Klammern angegebenen Häufigkeiten stammen aus älteren Schätzungen.

## Fortsetzung von Tabelle I.

Ordnungszahl	Name des Elements	Häufigkeit in %	Atomart	Packungsanteil $\times 10^4$	Einzelatomgewicht	Chemisches Atomgewicht für O = 16 nach Ergebnissen der Isotopenforschung <sup>48)</sup>	Wert der Internationalen Tabelle	Bemerkungen
17	Chlor	ca. 75	Cl <sub>35</sub>	$-4.8 \pm 1.5$	34.983	—	} 35.457	s. S. 9.
	„	ca. 25	Cl <sub>37</sub>	$-5.7 \pm 1.5$	36.980	—		
	„	sehr wenig	Cl <sub>39</sub>	—	—	—		
18	Argon	ca. 1	Ar <sub>36</sub>	(-6.6)	(35.976)	} 39.92	} 39.944	
	„	ca. 99	Ar <sub>40</sub>	-7.2	39.971			
19	Kalium	[ca. 95]	K <sub>39</sub>	—	—	} 39.10		
	„	[ca. 5]	K <sub>41</sub>	—	—			
20	Calcium	[ca. 98.5]	Ca <sub>40</sub>	—	—	} 40.08		
	„	[ca. 1.5]	Ca <sub>44</sub>	—	—			
21	Scandium	—	Sc <sub>45</sub>	geschätzt zu -7	(44.968)	44.96	45.10	s. S. 2.
22	Titan	—	Ti <sub>48</sub>	—	—	} 47.90		
	„	—	(Ti <sub>50</sub> )	—	—			
23	Vanadium	—	V <sub>51</sub>	—	—	—	50.95	
24	Chrom	4.9	Cr <sub>50</sub>	—	—	} 52.005	} 52.01	
	„	81.6	Cr <sub>52</sub>	$-10 \pm 3$	51.948			
	„	10.4	Cr <sub>53</sub>	—	—			
	„	3.1	Cr <sub>54</sub>	—	—			
25	Mangan	—	Mn <sub>55</sub>	—	—	—	54.93	
26	Eisen	[ca. 5]	Fe <sub>54</sub>	—	—	} 55.84		
	„	[ca. 95]	Fe <sub>56</sub>	—	—			
27	Kobalt	—	Co <sub>59</sub>	—	—	—	58.94	
28	Nickel	[ca. 67]	Ni <sub>58</sub>	—	—	} 58.69		
	„	[ca. 33]	Ni <sub>60</sub>	—	—			
29	Kupfer	[ca. 70]	Cu <sub>63</sub>	—	—	} 63.57		
	„	[ca. 30]	Cu <sub>65</sub>	—	—			
30	Zink	50.4	Zn <sub>64</sub>	-9.9	63.937	} 65.327	} 65.38	s. S. 2.
	„	27.2	Zn <sub>66</sub>	—	—			
	„	4.0	Zn <sub>67</sub>	—	—			
	„	17.8	Zn <sub>68</sub>	—	—			
	„	0.4	Zn <sub>70</sub>	—	—			
31	Gallium	[ca. 67]	Ga <sub>69</sub>	—	—	} 69.72		
	„	[ca. 33]	Ga <sub>71</sub>	—	—			
32	Germanium	19.72	Ge <sub>70</sub>	} geschätzt zu -9.7	} 72.64	} 72.60	} 72.60	s. S. 2 beim Zink.
	„	1.53	Ge <sub>71</sub>					
	„	25.41	Ge <sub>72</sub>					
	„	9.22	Ge <sub>73</sub>					
	„	35.07	Ge <sub>74</sub>					
	„	2.26	Ge <sub>75</sub>					
	„	6.09	Ge <sub>76</sub>					
	„	0.70	Ge <sub>77</sub>					
33	Arsen	—	As <sub>75</sub>	$-8.8 \pm 1.5$	74.934	74.918	74.93	
34	Selen	0.9	Se <sub>74</sub>	—	—	} 78.95	} 78.962	hier ist für das chemische Atomgewicht bereits der neue Wert angegeben, s. S. 3.
	„	9.5	Se <sub>76</sub>	—	—			
	„	8.3	Se <sub>77</sub>	—	—			
	„	24.0	Se <sub>78</sub>	(-8.0)	(77.938)			
	„	48.0	Se <sub>80</sub>	$-7.3 \pm 2$	79.941			
	„	9.3	Se <sub>82</sub>	—	—			

## Fortsetzung von Tabelle I.

Ordnungszahl	Name des Elements	Häufigkeit in %	Atomart	Packungs-Anteil $\times 10^4$	Einzelatomgewicht	Chemisches Atomgewicht für O = 16		Bemerkungen
						nach Ergebnissen der Isotopenforschung <sup>46)</sup>	Wert der Internationalen Tabelle	
35	Brom	50.0	Br <sub>79</sub>	$-9.0 \pm 1.5$	78.929	79.910	79.916	
	"	50.0	Br <sub>81</sub>	$-8.6 \pm 1.5$	80.926			
36	Krypton	0.42	Kr <sub>78</sub>	$-9.4 \pm 2$	77.926	83.76	83.7	
	"	2.42	Kr <sub>80</sub>	$-9.1 \pm 2$	79.926			
	"	11.79	Kr <sub>82</sub>	$-8.8 \pm 1.5$	81.927			
	"	11.79	Kr <sub>83</sub>	$-8.7 \pm 1.5$	82.927			
	"	56.85	Kr <sub>84</sub>	$-8.6 \pm 1.5$	83.928			
	"	16.70	Kr <sub>86</sub>	$-8.2 \pm 1.5$	85.929			
37	Rubidium	[ca. 75]	Rb <sub>85</sub>	—	—	—	85.44	
	"	[ca. 25]	Rb <sub>87</sub>	—	—			
38	Strontium	10	Sr <sub>86</sub>	geschätzt zu $-8.2$	—	87.64	87.63	
	"	6.6	Sr <sub>87</sub>					
	"	83.3	Sr <sub>88</sub>					
39	Yttrium	—	Y <sub>89</sub>	—	—	—	88.92	
40	Zirkonium	[ca. 59]	Zr <sub>90</sub>	—	—	—	91.22	
	"	ca. 12	Zr <sub>92</sub>	—	—			
	"	ca. 24	Zr <sub>94</sub>	—	—			
	"	ca. 6	(Zr <sub>96</sub> )	—	—			
41	Niob	—	Nb <sub>93</sub>	ca. $-8$	92.926	92.90	93.3	s. S. 3
42	Molybdän	14.2	Mo <sub>92</sub>	—	—	95.96	96.0	
	"	10.0	Mo <sub>94</sub>	—	—			
	"	15.5	Mo <sub>95</sub>	—	—			
	"	17.8	Mo <sub>96</sub>	—	—			
	"	9.6	Mo <sub>97</sub>	—	—			
	"	23.0	Mo <sub>98</sub>	ca. $-5.5$	97.946			
"	9.8	Mo <sub>100</sub>	$-5.5$	99.945				
44	Ruthenium	5	Ru <sub>96</sub>	geschätzt zu $-6$	—	101.1	101.7	Astons Wert ist nach dessen Angaben vielleicht etwas zu niedrig
	"	—	(Ru <sub>98</sub> )					
	"	12	Ru <sub>99</sub>					
	"	14	Ru <sub>100</sub>					
	"	22	Ru <sub>101</sub>					
	"	30	Ru <sub>102</sub>					
"	17	Ru <sub>104</sub>						
47	Silber	[ca. 55]	Ag <sub>107</sub>	—	—	—	107.880	
	"	[ca. 45]	Ag <sub>109</sub>	—	—			
48	Cadmium	c	Cd <sub>110</sub>	—	—	—	112.41	
	"	e	Cd <sub>111</sub>	—	—			
	"	b	Cd <sub>112</sub>	—	—			
	"	d	Cd <sub>113</sub>	—	—			
	"	a	Cd <sub>114</sub>	—	—			
	"	f	Cd <sub>116</sub>	—	—			
49	Indium	—	In <sub>115</sub>	—	—	—	114.8	

## Fortsetzung von Tabelle 1.

Ordnungszahl	Name des Elements	Häufigkeit in %	Atomart	Packungsanteil $\times 10^4$	Einzelatomgewicht	Chemisches Atomgewicht für $O = 16$ nach Ergebnissen der Isotopenforschung <sup>(48)</sup>	Wert der Internationalen Tabelle	Bemerkungen
50	Zinn	1.07	Sn <sub>112</sub>	—	—	} 118.70	} 118.70	
	"	0.74	Sn <sub>114</sub>	—	—			
	"	0.44	Sn <sub>115</sub>	—	—			
	"	14.19	Sn <sub>116</sub>	—	—			
	"	9.81	Sn <sub>117</sub>	—	—			
	"	21.48	Sn <sub>118</sub>	—	—			
	"	11.02	Sn <sub>119</sub>	—	—			
	"	27.04	Sn <sub>120</sub>	$-7.3 \pm 2$	119.912			
	"	2.96	Sn <sub>121</sub>	—	—			
	"	5.03	Sn <sub>122</sub>	—	—			
	"	6.19	Sn <sub>124</sub>	—	—			
51	Antimon	56	Sb <sub>121</sub>	} zwischen —7.3 und —5.3	}	} 121.78	} 121.76	
	"	44	Sb <sub>123</sub>					
52	Tellur	2.9	Te <sub>122</sub>	} geschätzt zu — 5	}	} 127.58	} 127.587	hier ist für das chemische Atomgewicht bereits der neue Wert von Hönigschmid angegeben, s. S. 4.
	"	1.6	Te <sub>123</sub>					
	"	4.5	Te <sub>124</sub>					
	"	6.0	Te <sub>125</sub>					
	"	19.0	Te <sub>126</sub>					
	"	—	(Te <sub>127</sub> )					
	"	32.8	Te <sub>128</sub>					
	"	33.1	Te <sub>130</sub>					
53	Jod	—	I <sub>127</sub>	—5.3	126.932	126.904	126.92	
54	Xenon	0.08	X <sub>124</sub>	—	—	} 131.125	} 131.3	
	"	0.08	X <sub>126</sub>	—	—			
	"	2.30	X <sub>128</sub>	—	—			
	"	27.13	X <sub>129</sub>	—	—			
	"	4.18	X <sub>130</sub>	—	—			
	"	20.67	X <sub>131</sub>	—	—			
	"	26.45	X <sub>132</sub>	—	—			
	"	10.31	X <sub>134</sub>	$-5.3 \pm 2$	133.929			
	"	8.79	X <sub>136</sub>	—	—			
55	Caesium	—	Cs <sub>133</sub>	$-5 \pm 2.0$	132.933	132.90	132.81	
56	Barium	5.9	Ba <sub>135</sub>	—	—	} 137.43	} 137.36	s. S. 4
	"	8.9	Ba <sub>136</sub>	—	—			
	"	11.1	Ba <sub>137</sub>	—	—			
	"	74.2	Ba <sub>138</sub>	$-6.1 \pm 2$	137.916			
57	Lanthan	—	La <sub>139</sub>	—	—	—	138.92	
58	Cer	a	Ce <sub>140</sub>	—	—	—	} 140.13	
	"	b	Ce <sub>142</sub>	—	—	—		
59	Praseodym	—	Pr <sub>141</sub>	—	—	—	140.92	
60	Neodym	—	Nd <sub>142</sub>	—	—	—	} 144.27	
	"	—	Nd <sub>144</sub>	—	—	—		
	"	—	(Nd <sub>145</sub> )	—	—	—		
	"	—	Nd <sub>146</sub>	—	—	—		

## Fortsetzung von Tabelle I.

Ordnungszahl	Name des Elements	Häufigkeit in %	Atomart	Packungsanteil $\times 10^4$	Einzelatomgewicht	Chemisches Atomgewicht für $O = 16$		Bemerkungen
						nach Ergebnissen der Isotopenforschung <sup>(8)</sup>	Wert der internationalen Tabelle	
73	Tantal	—	Ta <sub>181</sub>	— 4	180.928	180.89	181.4	s. S. 4.
74	Wolfram	22.6	W <sub>182</sub>	} geschätzt zu 0	}	183.94	184.0	
	"	17.3	W <sub>183</sub>					
	"	30.2	W <sub>184</sub>					
	"	29.9	W <sub>186</sub>					
75	Rhenium	38.2	Re <sub>185</sub>	—	—	186.20	186.31	
	"	61.8	Re <sub>187</sub>	— $1 \pm 2$	186.981			
76	Osmium	1.0	Os <sub>186</sub>	—	—	190.29	190.8	
	"	0.6	Os <sub>187</sub>	—	—			
	"	13.6	Os <sub>188</sub>	—	—			
	"	17.3	Os <sub>189</sub>	—	—			
	"	25.1	Os <sub>190</sub>	— $1 \pm 2$	189.98			
	"	42.6	Os <sub>192</sub>	— $1 \pm 2$	191.98			
80	Quecksilber	0.10	Hg <sub>196</sub>	—	—	200.60	200.61	
	"	9.89	Hg <sub>198</sub>	—	—			
	"	16.45	Hg <sub>199</sub>	—	—			
	"	23.77	Hg <sub>200</sub>	+ $0.8 \pm 2$	200.016			
	"	13.67	Hg <sub>201</sub>	—	—			
	"	29.27	Hg <sub>202</sub>	—	—			
	"	6.85	Hg <sub>204</sub>	—	—			
81	Thallium	29.4	Tl <sub>203</sub>	+ $1.8 \pm 2$	203.037	204.41	204.39	s. S. 4.
	"	70.6	Tl <sub>205</sub>	+ $1.8 \pm 2$	205.037			
82	Blei	—	(Pb <sub>203</sub> )	} geschätzt zu + 1	}	207.15	207.22	s. S. 4—5. Bei Berücksichtigung der eingeklammerten Werte in der von Aston angegebenen Intensität würde sich statt 207.15 207.19 ergeben.
	"	1.52	Pb <sub>204</sub>					
	"	—	(Pb <sub>205</sub> )					
	"	28.03	Pb <sub>206</sub>					
	"	20.40	Pb <sub>207</sub>					
	"	50.05	Pb <sub>208</sub>					
	"	—	(Pb <sub>209</sub> )					
	"	—	(Pb <sub>210</sub> )					
83	Wismut	—	Bi <sub>209</sub>	—	—	209.00		
92	Uran	> 97	U <sub>238</sub>	—	—	238.14		

Der

**Bericht der Atomgewichtskommission  
der internationalen Union für Chemie  
für 1932 folgt im Februar-Heft.**