

trons mit bestimmter azimuthaler Quantenzahl  $n$  und radialer Quantenzahl  $n'$ . Jedem Term entspricht also eine bestimmte Quantenzahlsumme  $(n + n')$ .

Für den Fall des Wasserstoffatoms geht nun Formel (2) in die einfache Form über  $\frac{N}{(n + n')^2}$ . Die Zusatzglieder im Nenner von (2) sind bei den wasserstoffunähnlichen Atomen dadurch bedingt, daß das Atomfeld nicht mehr ein Coulombsches ist. Will man nun den einzelnen Termen eine bestimmte Quantenzahlsumme zuordnen, so tritt dabei besonders bei den Alkalien infolge der Halbzahligkeit von  $m$  eine gewisse Unbestimmtheit auf. Hält man an der Ganzzahligkeit der Quantenzahlen fest, so könnte man dem konstanten Term der Hauptserie ebenso gut die Quantenzahlsumme  $n + n' = 1$  wie  $n + n' = 2$  zuordnen. In beiden Fällen kann man dann das Auftreten der Halbzahligkeit durch Wirkungen der übrigen Elektronen hervorgerufen denken.

Im allgemeinen hatte man bisher angenommen, daß die dem konstanten Term der Hauptserie entsprechende niedrigste Quantenbahn des äußeren Elektrons einquantig sei. Demzufolge ordnete man den verschiedenen Termen folgende Quantenzahl zu:

$$\begin{array}{ll} (m, p) & n = 2; \quad n' = 0, 1, 2, 3, \dots \\ m = 2, 3, 4, \dots & \\ (m, d) & n = 3; \quad n' = 0, 1, 2, \dots \\ m = 3, 4, \dots & \\ (m, b) & n = 4; \quad n' = 0, 1, 2, \dots \\ m = 4, 5, \dots & \end{array}$$

Für den variablen Term der zweiten Nebenserie wurde entsprechend  $n = 1$  angenommen.

*Roshdestwenski* hat nun durch folgende schöne Methode die Frage zu entscheiden versucht, ob die niedrigste Quantenbahn des äußeren Elektrons bei den Alkalien ein- oder zweiquantig ist. Mit wachsenden Quantenzahlen werden bekanntlich die wasserstoffunähnlichen Atome immer wasserstoffähnlicher. Denn je weiter außen die Elektronenbahnen liegen, um so geringer wird der störende Einfluß der übrigen Elektronen, und im Grenzfall wird sich das Elektron wie unter der Wirkung eines einfach positiv geladenen Kerns bewegen. Es werden also bei hohen Quantenzahlen auch die Zahlenwerte der Alkaliterme sich den Zahlenwerten der entsprechenden Wasserstoffterme immer mehr nähern. Sich entsprechende heißt hier Terme mit gleicher Quantenzahlsumme, *Roshdestwenski* sucht nun diejenigen Alkaliterme auf, deren Zahlenwert mit demjenigen gewisser Wasserstoffterme nahezu übereinstimmt. So kann er bei hohen Quantenzahlen jedem Wasserstoffterm einen Alkaliterm zuordnen. Die so einander zugeordneten Terme haben aber nach obigem gleiche Quantenzahlsummen. Die Quantenzahlsumme der Wasserstoffterme ist nun aber genau bekannt. Man kennt also die Quantenzahlsumme, die bei hohen Quantenzahlen den Alkalitermen entspricht. Kennt man aber auch nur bei einem Term die zugehörige Quantenzahlsumme, so kann man durch einfaches Abzählen die jedem Term entsprechende Quantenzahlsumme ermitteln. Auf diese Weise stellte *Roshdestwenski* fest, daß die niedrigste quantige Bahn des äußeren Elektrons bei den Alkalien zweiquantig ist. Bezüglich der  $(m, s)$ -Terme der Alkalien ergibt sich also folgende Deutung

$$n = 1 \quad n' = 1, 2, 3, \dots$$

d. h. die „Ruhebahn“ eine (gestörte) 1,1 Ellipse und nicht, wie man bisher annahm, ein (gestörter) 1.0 Kreis.

Hartmut Kallmann.

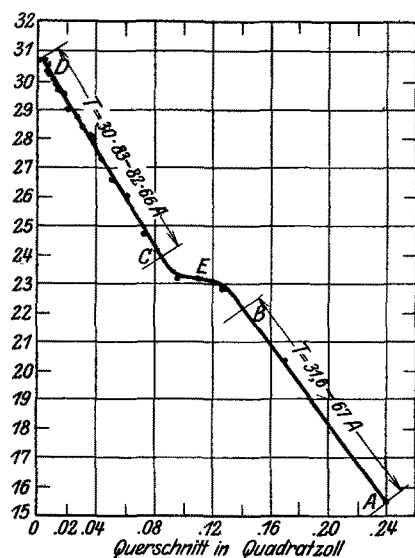
**Die Röntgenspektren der Bleisotopen.** Die Frage der spektroskopischen Unterscheidbarkeit der Isotopen des Bleis ist von C. D. und D. Cooksey (Phys. Rev. 16, 327, 1920) erneut untersucht worden. Aus Messungen der  $L_{\alpha}$ -Linie von Blei radioaktiven Ursprungs (von Boltwood aus Uranit hergestellt) und gewöhnlichem Blei schließen sie, daß ein etwaiger Unterschied der Wellenlänge nicht mehr als 0,005 % betragen kann, während Duane und Shimizu sowie Siegbahn und Stenström als obere Grenze einer möglichen Differenz 0,1 % angeben. Verf. begründen ihren größeren Genauigkeitsanspruch durch besondere Versuche, indem sie feststellen, daß künstliche Verschiebungen von Linien um 0,01 mm auf der Platte, die einer Wellenlängendifferenz von 0,005 % entsprechen, gerade noch nachweisbar sind. Theoretisch ist bekanntlich ein von der Mitbewegung des Atomkerns herrührender Wellenlängenunterschied zu erwarten, welcher jedoch weit unter der von den Verf. angegebenen Grenze liegt, so daß das Resultat im Einklang mit der Theorie von Bohr-Sommerfeld steht.

**Elektrizitätserregung durch Aufprall.** (H. F. Richards, Phys. Rev. 16, 290, 1920.) Richards hat versucht, durch saubere Versuche dem noch recht dunklen Problem der Elektrizitätserregung bei inniger Berührung (Reibung) zwischen einem festen Dielektrikum und einem Metall näher zu kommen. Er ließ zu diesem Zwecke dielektrische Scheiben oder Kugeln auf Metallscheiben fallen und maß die hierbei auftretenden Ladungen in ihrer Abhängigkeit von der Natur von Dielektrikum und Metall, der Fallgeschwindigkeit und Masse des Dielektrikums sowie der Zahl der unmittelbar aufeinander folgenden Stöße. Benutzt wurde Glas oder Ebonit einerseits, Zink oder Messing andererseits. Das Metall erhält stets eine positive Ladung. Die bei einem einzelnen Stoß erzeugte Ladung wächst mit der Masse und der Fallgeschwindigkeit des Dielektrikums. Sie ist unabhängig von der Kapazität des metallischen Systems. Werden die Stöße schnell nacheinander wiederholt, so erreicht schließlich die Ladung einen bestimmten charakteristischen Endwert. Verf. glaubt, daß es sich bei diesem Phänomen um eine dem Kontaktpotential zwischen Metallen verwandte Erscheinung handelt, und daß die erzeugte elektrische Energie mit der verlorenen mechanischen Energie in keinem unmittelbaren Zusammenhang stehe. W. Westphal.

**Änderung der Metalle durch Kaltrecken.** Einige neuere englische Versuche. Bekanntlich erleiden Metalle beim Kaltrecken, zum Beispiel beim Kaltwalzen, Ziehen usw. eine Reihe von Eigenschaftsänderungen. Die technischen Eigenschaften ändern sich zum Teil sehr erheblich, die Elastizitätsgrenze steigt, ebenso die Härte, die Bruchdehnung nimmt ab, gleichzeitig ändern sich die anderen physikalischen Eigenschaften, die Dichte und das elektrische Leitvermögen werden etwas geringer, usw. Trotz der außerordentlich großen technischen und auch wissenschaftlichen Bedeutung dieser Änderungen ist ihr quantitativer Zusammenhang mit dem Grade des vom Metalle erlittenen Kaltreckens, dem Grade der Deformation des Metalles, kaum erforscht. Das liegt in erster Linie daran, daß es unmöglich ist, einerseits ein Metallstück in seiner gesamten Masse gleichmäßig zu deformieren und andererseits, im Zusammenhang damit, den Grad und Charakter der Deformation eines Metallelementes genau festzustellen. Deshalb begnügt man sich damit, den Kaltreckungsgrad aus der Änderung der äußeren Gestalt abzulesen. Wenn ein Draht auf den halben

Durchmesser heruntergezogen wird, so sagt man, daß er eine Deformation von 50 % erlitten hat, usw. Man ist sich aber dessen bewußt, daß hierbei die Deformation in der Masse des Drahtes durchaus nicht einheitlich ist, da die Kernpartien zum Beispiel anders beansprucht werden als die äußere Hülle. Außerdem weiß man, daß auch eine geometrisch definierte Gestaltänderung durch verschiedene innere Deformationsvorgänge zustande kommen kann (Gleitung, Biegung), je nach der Orientierung der Kristallite in dem Volumenelement und je nach den Bedingungen der Deformation.

Unter diesen Umständen ist unsere mangelhafte Kenntnis des *quantitativen* Einflusses des Kaltreckens verständlich, und ebenso auch das verhältnismäßig geringe wissenschaftliche Interesse, das für derartige quantitative Untersuchungen bisher bestanden hat. Wie konnte man tatsächlich erwarten, rationelle Gesetzmäßigkeiten zu finden, solange man für den Grad des Kaltreckens kein anderes Maß hatte als die nachweislich ungenügende Bestimmung der Formänderung des Körpers?



Dieser Umstand hat es nicht verhindert, daß in England in den letzten Jahren eine Reihe von Arbeiten erschienen ist, die doch diesen Zweck verfolgt. Diese Arbeiten zeigen in instruktiver Weise, zu welchen Täuschungen man durch das Fehlen eines Maßes der Kaltreckung tatsächlich geführt werden kann, und es soll deshalb über sie kurz berichtet werden.

*Alkins* hat die Zunahme der Härte beim Ziehen von Kupfer in Abhängigkeit vom Querschnitt bestimmt und festgestellt, daß die Härte zunächst geradlinig ansteigt, dann eine Zeitlang konstant bleibt, um später wieder, aber mit einem anderen Neigungswinkel, anzusteigen, wie man es auf Fig. 1 sieht. Als Maß der Deformation hat er also in üblicher Weise die Änderung der äußeren Form des Körpers benutzt.

Dieses Resultat widerspricht allen bisherigen Beobachtungen und Anschauungen, da man immer annahm, daß die durch das Kaltrecken hervorgerufenen Eigenschaftenänderungen einheitlich und kontinuierlich verliefen. Zur Deutung seiner Versuchsergebnisse hat *Alkins* nun angenommen, daß den beiden geraden Strecken seiner Kurve zwei verschiedene, durch die

Verarbeitung hervorgerufene physikalisch-atomistische Prozesse im Metall entsprechen. Während der ersten Verarbeitungsperiode sollte eine allotropische Umwandlung eintreten, während der zweiten die Bildung amorpher Zwischenschichten nach der Theorie von *Beilby* und *Rosenhain*. Das waren im einzelnen ziemlich willkürliche Hypothesen; das Bestehen zweier einander ablösender oder ergänzender physikalischer Prozesse schien jedoch tatsächlich erwiesen.

Wenn dieses Resultat sich bestätigte, so hätte es tatsächlich eine außerordentlich große Bedeutung für alle Fragen, die mit dem Kaltrecken der Metalle zusammenhängen. Deshalb erregte die Arbeit von *Alkins* in England ein großes Interesse und regte sofort noch einige Arbeiten an. Zunächst wurde festgestellt (*Ellis, Johnson*), daß die von *Alkins* beobachtete Unterbrechung im Anstieg der Härte und allgemeiner im Gang der mechanischen Eigenschaften beim Kaltrecken eine allgemein oder doch oft auftretende Erscheinung ist. Insbesondere wurde sie auch beim Walzen festgestellt.

Ein gänzlich neues Licht warf auf die ganze Frage eine weitere sehr sorgfältige Untersuchung von *Johnson*. *Johnson* untersuchte sehr genau die verschiedensten Eigenschaften des flachgewalzten Kupfers in Abhängigkeit vom Walzgrade (Dicke). Unter anderem stellte er auch die Breitenzunahme des Walzbandes nach jedem Walzschrift fest. Es ist ja bekannt, daß beim Flachwalzen außer der Längsstreckung auch eine gewisse Breitenzunahme des Walzstückes stattfindet. Er stellte nun zunächst fest, daß bei einer Reihe von Walzgraden eine Unterbrechung in dem Gange der technischen Eigenschaftswerte stattfindet, so daß treppenförmige Kurven entstehen. Ferner stellte er aber auffallenderweise fest, daß in den Gebieten, in denen die technischen Eigenschaften sich nicht ändern, auch keine Breitenzunahme des Materials erfolgt.

Damit war gezeigt, daß die Unstetigkeiten in dem Gange der technischen Eigenschaften zunächst mit der Art der geometrischen Formänderung zusammenhängen. Beim Walzen müssen die Kristallite des Walzstückes in gewissen Walzintervallen gewisse bevorzugte Lagen annehmen, die die Verschiebungen (Gleitung) in der Walzrichtung derartig erleichtern, daß eine Breitenzunahme nicht zu erfolgen braucht. Man muß also beim Kaltrecken zwei Arten von Deformationen unterscheiden, solche, mit denen eine Verfestigung einhergeht, und solche, bei denen dieses nicht der Fall ist. Letztere scheinen an gewisse bevorzugte Lagen (Orientierungen) der Kristallite gebunden zu sein. Auch beim Ziehen lassen sich derartige Deformationsintervalle annehmen, welche an der äußeren Form der Stücke allerdings nicht wahrzunehmen sind.

Die neue, durch die Versuche von *Johnson* herbeigeführte Deutung ist von der ursprünglichen, von *Alkins* gegebenen prinzipiell verschieden. Während *Alkins* aus dem Gange der Härte auf atomistisch-physikalische Änderungen schloß, schließt *Johnson* nur auf den Charakter der inneren räumlichen Deformationen. Dieser kann bei gleichen Änderungen der äußeren Form ein ganz verschiedener sein, und hiermit ist noch einmal gezeigt, wie irreführend die Betrachtung der Formänderung als Maß der inneren Deformation ist. *Alkins* ist bei seiner theoretischen Deutung das Opfer eines solchen Irrtums geworden, indem seine Abszisse (Querschnittsabnahme) der Größe, die sie darstellen soll (innere Deformation), gar nicht eindeutig entspricht. Der Unterschied in dem Neigungswinkel der beiden Kurventeile in *Alkins'* Figur ist zu gering, um eine

Stütze für eine bestimmte physikalische Auffassung zu bieten, und läßt sich vermutlich unschwer im Zusammenhang mit den Betrachtungen von *Johnson* deuten. Das Einzige, was alle Versuche lehren, ist tatsächlich nur die Existenz zweier verschiedener räumlicher Deformationsarten, und aus den Änderungen in dem Gang der Eigenschaftswerte beim Kaltrecken können wir nun auf Änderungen der inneren räumlichen Deformationen schließen. In keiner Weise sind wir aber berechtigt, direkte Schlüsse über atomistisch-physikalische Änderungen zu ziehen, geschweige denn quantitative Zusammenhänge aufzustellen.

Die Feststellung zweier verschiedener Arten der räumlichen Deformation hat andererseits die größte Bedeutung und ist das indirekte Ergebnis der Anregung von *Alkins*. Wir sehen also, daß einerseits die eingangs ausgesprochene Skepsis zwar berechtigt war, andererseits aber die Untersuchungen in einer unerwarteten Weise fruchtbar gewesen sind. Das ist ein warnendes Beispiel dafür, daß man in solchen mangelhaft erforschten Gebieten sich durch theoretische Bedenken nicht zu weitgehend abschrecken lassen darf. Die Kaltreckung der Metalle ist ein Forschungsgebiet, in dem noch nicht einmal die Variablen festgelegt sind, wie wir oben sahen. Auf solch einem Gebiete kann der Fortschritt nur durch forschendes Tasten herbeigeführt werden, und die Aufgabe ist heute zunächst nicht die Aufstellung einer abgeschlossenen Theorie, sondern die systematische, korrekte und objektive Beobachtung zur Bloßlegung der maßgebenden Faktoren.

#### Masing.

**Die Abgrenzung der Polargebiete.** Schon seit dem Altertum ist die Definition der Polargebiete viel umstritten gewesen, und auch heute noch herrscht in der geographischen Literatur keineswegs Einigkeit über die Grenzlinien, welche die beiden geschlossenen Polargebiete von den übrigen, die Erde gürtelförmig umschließenden Zonen trennen. Am einfachsten ist es natürlich, die Grenzen astronomisch zu fassen. Aber auch diese astronomische Abgrenzung hat sich im Laufe der Jahrhunderte gewandelt. In der älteren Zeit des griechischen Altertums belegte man nämlich mit dem Namen des arktischen Kreises nicht den nördlichen Polarkreis, sondern denjenigen Kreis an der Himmelskugel, der die stets über dem Horizont bleibenden, sogenannten zirkumpolaren Fixsterne von den auf- und untergehenden Sternen schied. Die Lage des arktischen Kreises am Himmel und seine Projektion auf die Erdkugel war daher von der geographischen Breite des Beobachtungsortes abhängig. Erst seit der Zeit des *Eratosthenes* wurde als arktischer Kreis der nördliche Polarkreis bezeichnet, d. h. derjenige Parallelkreis, der vom Nordpol um den gleichen Winkelbetrag entfernt ist, den die Rotationsachse der Erde mit der Achse der Erdbahn um die Sonne bildet und den man als Schiefe der Ekliptik bezeichnet. Da aber dieser Winkel, der zurzeit rund  $23^{\circ} 27'$  beträgt, jährlich etwa um eine halbe Bogensekunde kleiner wird, wandern auch die, jetzt etwa in  $66^{\circ} 33'$  liegenden Polarkreise im Laufe jedes Jahres um rund 30 m polwärts, so daß die weit verbreitete Vorstellung, es handle sich bei ihnen um unverrückbare, feste Grenzlinien, nicht zutrifft, und der Flächeninhalt der beiden Polarzonen im Laufe der Zeit kleiner wird.

Aber auch aus anderen Gründen eignen sich jene, die Polarzonen in astronomisch-geographischem Sinne abgrenzenden Polarkreise nicht als Scheidelinie der Polargebiete. Der Nordpolarkreis z. B. würde Zusam-

mengehöriges auseinanderreißen und Fremdartiges angliedern. Er würde z. B. den südlichen Teil Grönlands mit seiner gewaltigen Inlandsmasse, ein typisches Polarland, vom Nordpolargebiet trennen, während das nördliche Norwegen, das hochstämmige Wälder trägt, Ackerbau treibende Bevölkerung hat und an seiner Küste blühende, verkehrsreiche Handelsstädte besitzt, deren Häfen auch im Winter niemals zufrieren, dem Polargebiet zugerechnet werden müßte.

Es fehlt daher nicht an mehr oder weniger annehmbaren Vorschlägen, die darauf abzielen, die astronomisch-geographische Grenze des Nordpolargebietes durch eine andere, dem physischen Charakter des Landes besser Rechnung tragende zu ersetzen. Man hat namentlich gewisse Linien vorgeschlagen, an denen einzelne klimatische Elemente bestimmte Werte erreichen, z. B. Isothermen. Auch die Scheidelinie bestimmter Pflanzenformationen suchte man dem gleichen Zwecke dienstbar zu machen. Als einen Beweis für die Realität der so konstruierten Grenze sah man es dann an, wenn zwei solcher, nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählten Linien in ihrem Verlaufe ziemlich übereinstimmten, wie es z. B. bei der  $10^{\circ}$ -Isotherme des Juli und der Nordgrenze der Wälder stellenweise der Fall ist.

Trotzdem kann ein so erzielt Resultat nicht als befriedigend betrachtet werden, da auch derartige, auf Gleichheit der Naturbedingungen fußende Abgrenzungen analoge Nachteile haben, wie die Polarkreisgrenzen, denn sie trennen vielfach die nördlichsten Teile Europas, Asiens und Amerikas von dem Hauptteil der Kontinente los, während diese doch stets als einheitliche Landkomplexe behandelt werden müssen. Aus praktischen Gründen dürfte es sich daher empfehlen, die Grenze des Nordpolargebietes so zu ziehen, daß sie, unter Ausschluß der in die Nordpolarzonen hineinragenden Kontinentalmassen, alle innerhalb des Nordpolarkreises liegenden Inseln umfaßt, auch wenn Teile derselben, wie es z. B. bei Grönland und Baffinsland der Fall ist, sich noch weit bis in die gemäßigte Zone erstrecken. Einfacher ist die Umgrenzung des festländischen Südpolargebietes, weil nur unbedeutende Teile des großen antarktischen Kontinents nordwärts über den Südpolarkreis hinausreichen, die man natürlich von dem Kern nicht abtrennen kann.

Die größte Schwierigkeit aber bietet zweifellos in beiden Polargebieten die Konstruktion der Grenzlinien in den Meeresteilen. Hier lassen die morphologischen Merkmale im Stich, und es verdient daher ein Vorschlag Beachtung, den *E. von Drygalski* in einem soeben (März 1921) erschienenen Hefte des Deutschen Südpolarwerkes<sup>1)</sup> macht. Unter Würdigung der astronomischen, klimatischen, morphologischen und biologischen Definitionen der Polargebiete gelangt er zu dem Resultat, daß man die Polargebiete am besten kennzeichnen könne als „die Gebiete des Eises, die so weit reichen, wie dessen Herrschaft reicht. Die Meeresküsten ziehen dabei keine Grenzen, denn das Eis greift vom Lande auf das Meer und vom Meer auf das Land über die Küsten hinweg; die Grenzen liegen vielmehr dort, wo die Eisherrschaft aufhört, das ist, wo das Eis sich zerteilt.“ Während wir in anderen Erdräumen von einem Kreislauf des

<sup>1)</sup> Das Eis der Antarktis und der subantarktischen Meere. Von *Erich von Drygalski*. Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903, Bd. I. Geographie, S. 365 bis 709. Mit 105 Abb. im Text, 19 Tafeln und 3 Karten 1 : 2 000 000, 1 : 250 000, 1 : 15 000. Berlin, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger.