

mit der ankommenden Energie erregt; es würde dann aber die ankommende Sprache verstärkt wieder ausgesendet, käme an der zweiten Sprechstelle auch wieder auf den Sender zur Wirkung, und so wäre ein sich immer mehr steigender Kreislauf der Energie über das Leitungssystem hergestellt. Durch eine solche Anordnung wird die Sprache vollkommen verzerrt und Eigentöne von irgendwelchen Teilen des Systems oder der Leitung werden dauernd erregt. — Es können hier nur solche Schaltungen verwendet werden, bei denen jede Einwirkung des Empfängers auf den eigenen Sender verhindert ist (s. Gegensprechschaltung *Gehrts*, „Die Naturwissenschaften“ S. 768, 1919). Man muß den Sender und Empfänger gewissermaßen nach Fig. 13 in

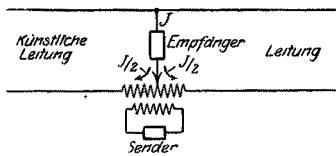


Fig. 13. Zur Verbindung des Empfängers und des Senders mit dem Teilnehmer.

eine Wheatstonesche Brücke legen: Rechts haben wir die Leitung, links ein künstliches Leitungsgebilde nachgebaut aus Spulen und Kondensatoren. Der Empfänger ist in der Mitte des Sendetransformators angeschlossen. Die Hälfte des Empfangsstromes J geht durch je eine Hälfte des Sendetransformators hindurch, aber durch beide Hälften im entgegengesetzten Sinne, so daß sich die Wirkungen auf den Sender vollkommen aufheben. Es verteilt sich hier sowohl der Sendestrom, wie der Empfangstrom zu gleichen Teilen auf die künstliche und natürliche Leitung, d. h. aber, daß Sendewirkung und Empfangswirkung beide im Verhältnis 1:2 reduziert werden. — Die neuen Apparate der Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie sind in kaum einem Jahr in gemeinsamer Arbeit mit dem Telegraphentechnischen Reichsamt (Prof. *Wagner*) und der Firma Telefunken entwickelt worden und haben in dieser kurzen Zeit schon solche Durchbildung erfahren, daß ein eigenes Fernamt in Berlin mit den neuen Apparaten ausgerüstet wird. Heute bestehen schon Verbindungen nach Stralsund, Hannover und Frankfurt a. M. und eine ganze Reihe weiterer Linien ist im Ausbau. Die Niederfrequenzgespräche sind dadurch in keiner Weise behindert.

Bei der Unmöglichkeit, zwischen unseren deutschen Großstädten in der jetzigen Zeit neue Kupferleitungen zu verlegen, dürfte in den nächsten Jahren die einzige Rettung gegen die Überlastung des deutschen Fernsprechnetzes die Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie sein.

J. J. Balmer und W. Ritz.

Von A. Hagenbach, Basel.

Durch die Schriftleitung der „Naturwissenschaften“ bin ich aufgefordert worden, über zwei

Schweizer Physiker, *J. Balmer* und *W. Ritz*, die in der gegenwärtigen physikalischen Literatur wegen ihrer bahnbrechenden Arbeiten auf spektroskopischem Gebiet sehr viel genannt werden und dadurch für die moderne Atomphysik von großer Bedeutung geworden sind, eine Notiz über deren Leben und Wirken zu verfassen. Ich bin dieser Aufforderung gerne gefolgt, einerseits weil ich beide Forscher noch persönlich gekannt habe und andererseits, da mir hier das Material dazu am ehesten zur Verfügung stand.

Aus meiner Jugendzeit erinnere ich mich noch, daß *Balmer* öfters meinen Vater zur Besprechung wissenschaftlicher Fragen besuchte, und mit *Ritz* bin ich noch in Bonn im physikalischen Institut zusammengewesen und habe ihn später in Zürich häufiger gesehen. *Ritz* ist zwar der heutigen älteren physikalischen Welt noch vielfach in Erinnerung, während sich über *Balmer*, der nur wenig mit physikalischen Kreisen verkehrte, in der Literatur nur dürftige, z. T. unrichtige und ungenaue Angaben vorfinden. *P. Weiß* hat in den „Gesammelten Werken *Walter Ritz*“, herausgegeben von der schweizerischen physikalischen Gesellschaft (Paris, Gauthier-Villars, 1911)“, eine Lebensbeschreibung *Ritzens* gegeben. Da aber dieses Werk in einer relativ kleinen Auflage erschienen ist, dürfte es erlaubt sein, auch über *Ritz* die Hauptdaten seines Lebens zu wiederholen. Zum Schluß lasse ich noch ein Verzeichnis der Publikationen *Balmers* folgen, da man vielleicht auch daraus seine geistige Tätigkeit erkennen kann. Die Arbeiten von *Ritz* aufzuzählen, halte ich für überflüssig, da sie in den Gesammelten Werken in extenso zum Abdruck gekommen sind.

Ich benutze gerne die Gelegenheit, den Verwandten *Balmers* den Dank auszusprechen, daß sie mir den ganzen Nachlaß zur Verfügung gestellt haben.

Johann Jakob Balmer ist geboren am 1. Mai 1825 in Lausen, Kanton Baselland, als ältester Sohn des Obergerichters *J. J. Balmer-Rolle*. Seine erste Schulbildung genoß er in Lausen, dann besuchte er die Bezirksschule in Liestal und durchlief darauf das Pädagogium in Basel, wo er schon eine ausgesprochene Neigung für Mathematik bekundete und sich an seinen Mathematiklehrer *Eckert* eng anschloß. Seine Studien betrieb er in Karlsruhe und Berlin, wo *Schelling* und *Diesterweg* einen nachhaltigen Eindruck auf ihn ausübten. Er promovierte in Basel 1869 ohne mündliche Prüfung mit einer Arbeit „Über die Cycloiden“.

Nachdem er dann einige Zeit seinen Lehrer *Eckert* vertreten hatte, bewarb er sich für eine freigewordene Stelle an der Töchterschule mit Erfolg und lehrte daran mit vollem Pensum bis in sein hohes Alter.

In seiner 30jährigen Ehe hatte er das Glück, 6 Kinder aufzuziehen. 1865 habilitierte er sich an der Universität Basel für deskriptive Geome-

trie mit einer Habilitationsschrift „Des Propheten Ezechiel Gesicht vom Tempel, übersichtlich dargestellt und architektonisch erläutert“. Vom folgenden Jahre an las er abwechselnd über darstellende Geometrie, graphische Darstellung der höheren Geometrie, über die älteren Bauwerke des alten Jerusalem für Theologen, perspektive Schattenlehre, orthographische und perspektive Darstellung von Kristallformen des regulären Systems, Cykloiden, ihre Eigenschaften und graphische Konstruktion, u. a. m. 1890 trat er als Dozent zurück. Er starb 1898 in Basel.

Balmer besaß einen ausgesprochenen Sinn für Geometrie, für Symmetrie und Perspektive, und zwar nicht nur in theoretischer Hinsicht, sondern



J. J. Balmer.

auch in bautechnischen Problemen. Für letzteres zeugt seine Habilitationsschrift, in der er die Konstruktion des Tempels nach den biblischen Angaben in Wort und Bild zusammenstellte. Er verstand es auch, in überzeugender Weise für die Erhaltung alter wertvoller Bauwerke einzutreten. So schrieb er 1882 interessante Zeitungsartikel, in denen er für die Erhaltung der Barfüßerkirche in Basel warm eintrat. Er führte aus, wie in diesem historisch und architektonisch interessanten Bau geometrische Zahlenverhältnisse die Abmessungen des Gebäudes bestimmen sind, die mit tief durchdachter Symbolik verbunden sind, die bis auf den Salomonischen Tempelbau zurückgehen — wie übrigens auch beim Kölner Dom und andern Bauten festgestellt ist.

Nicht nur mit antiken, auch mit modernen Bauten gab er sich ab. Als in Basel Mitte der siebziger Jahre die zweite Rheinbrücke erstellt werden sollte, arbeitete *Balmer* ein Projekt aus, das er im Großen Rat und öffentlich klarlegte

und gegen Angriffe mit Erfolg verteidigte. Er verstand eben seine Geometrie nicht nur auf dem Papier, sondern auch in der technischen Anwendung. Die Freude an Architektur und an Kunst, an Musik und Literatur, überhaupt den Sinn für Schönes und Ideales hatte er von der Mutter geerbt. Auch von seiner Dichtkunst legte er häufig Proben ab.

Er fand auch Zeit, sich um das Volkswohl zu kümmern, wie aus seiner Schrift „Über die Gesundheit“ hervorgeht. Nicht nur in dieser, sondern aus fast allen seinen Schriften und Vorträgen spricht ein tiefes religiöses Empfinden. Vor mir liegen eine Reihe von ungedruckten Vorträgen über *Kopernikus*, *Kepler*, *Newton*, über Naturforschung und Offenbarung; alle enthalten zum Schluß Betrachtungen über die Allmacht Gottes.

Vorträge über das antike Wohnhaus gaben ihm Gelegenheit, die Wohnungen der Arbeiter zu studieren, und im Auftrag einer Gesellschaft gab er eine Schrift über Arbeiterwohnungen mit vielen brauchbaren Vorschlägen heraus.

In seinen Kunstnotizen finden sich Tafeln über Farbenverwandtschaft, über Symbolik der Zahlen bei heidnischen und christlichen Völkern, alles sucht er durch Zahlen und Proportionen zu fassen, wobei auch gelegentlich mystische Betrachtungen mit unterlaufen.

Sein eigentliches Fach aber war die projektive Geometrie. Von seiner fabelhaften Präzision im Zeichnen zeugt eine Sammlung aus Zeichnungen von Kristallformen für stereoskopische Betrachtung ausgeführt, die er seinerzeit der physikalischen Sammlung der Universität Basel schenkte.

Für *Balmer* war die ganze Welt, Natur und Kunst, eine große einheitliche Harmonie und sein Lebensbedürfnis war es, die harmonischen Beziehungen zahlenmäßig zu erfassen. In der Architektur verglich er stets die Größenverhältnisse miteinander und suchte nach harmonischen Beziehungen, um das Künstlerische, das, was ihn bei der Betrachtung und Beobachtung der Architektur erfreute, zahlenmäßig festzulegen.

So stand er auch der physikalischen Welt gegenüber, und er wird wohl das Wasserstoffspektrum als ein Bild des wunderbaren Baus des Wasserstoffatoms angesehen und nach den harmonischen Beziehungen der davon emittierten Schwingungen gesucht haben.

Mein Vater *Ed. Hagenbach* erzählte mir gelegentlich, daß *Balmer*, der ihn zur Besprechung von wissenschaftlichen Problemen oder von Schulfragen häufiger besuchte, eines Tages mit den Anfängen der Spektralformel der Wasserstoffserie zu ihm kam. Er teilte ihm mit, daß er drei Linien des Wasserstoffs H_α , H_β und H_γ durch echte Brüche darstellen könne. Bald gelang es auch mit der vierten H_δ -Linie, und er brachte ihm das nächstmal die Formel

$$\lambda = h \frac{m^2}{m^2 - 2^2},$$
 in der h eine Konstante, λ die

Wellenlänge und m die Zahlen 3, 4, 5, 6 für die 4 Linien bedeuten. Damit war die erste spektroskopische *Serie* entdeckt. Hagenbach machte ihn dann auf die von Vogel und Huggins gemessenen weiteren Wasserstofflinien der weißen Sternspektren aufmerksam, und sofort zeigte sich die Brauchbarkeit der obigen Balmerschen Formel für die weiteren Zahlen bis zu $m = 11$. Im Einverständnis von Balmer berichtete Hagenbach in der Basler Naturforschenden Gesellschaft darüber im April 1884.

Dabei wird schon ganz klar auseinandergesetzt, daß die Formel $\lambda = h \frac{m^2}{m^2 - n^2}$ oder in der heutigen Schreibweise $\nu = \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ (ν Schwingungszahl, R Rydberg-Ritzsche Konstante) nur zwei ganze Zahlen m und n enthalte; in der Tat ist das ja der Kernpunkt der Serien. Er rechnet die Serien für $n = 1$ und $n = 2$ aus. Die erste dieser Serien war damals allerdings noch nicht bekannt, aber doch schon von Balmer vermutet.

Er erkannte auch die Bedeutung der in der Gleichung enthaltenen Konstanten h als die Seriengrenze und bemerkte, daß dies der Anknüpfungspunkt für theoretische Betrachtungen werden würde. Ich zitiere aus seiner ersten Abhandlung den Schlußsatz, der deutlich zeigt, daß er die Bedeutung seiner Formel ahnen mochte:

„Der gemeinschaftliche Faktor ist $h = 3645,6 \frac{\text{mm}}{10^7}$. Man könnte diese Zahl die Grundzahl des Wasserstoffs nennen, und wenn es gelingen sollte, auch für andere Elemente die entsprechenden Grundzahlen ihrer Spektrallinien zu finden, so wäre die Vermutung gestattet, daß zwischen diesen Grundzahlen und den entsprechenden Atomgewichten bestimmte wieder durch irgendeine Funktion ausdrückbare Beziehungen stattfinden.“

Kayser und Runge, dann Rydberg und Ritz sind diejenigen gewesen, die diesen Grundgedanken aufgenommen haben, und letztere beiden haben es klargestellt, daß der Konstanten ein universeller Charakter zukommt.

Um die Formel auch auf weitere Spektren ausdehnen zu können, mußten die bis dahin nur oberflächlich bekannten Spektren neu experimentell aufgenommen und mit großer Genauigkeit ausgemessen werden. So hat Balmers Gedanke ungeheure Anregung zu vielen experimentellen Untersuchungen gegeben. Die entdeckten Serien zunächst bei den Alkalien waren aber etwas anders gearartet wie die Wasserstoffserie und die Formel mußte abgeändert werden. Auch Balmer hat sich später bei der Anwendung der erweiterten Formel auf die Serien des Heliums an der Diskussion beteiligt.

Bei den Versuchen, die Formel zu verallgemeinern, trat immer mehr das Verlangen in den Vordergrund, durch theoretische Betrachtungen ein Atommodell aufzustellen, das die Emission

der Spektralserien verständlich machte, und da die Wasserstoffserie mit ganz ungewohnter Genauigkeit durch das Balmersche Gesetz dargestellt wird, so mußte es gerade über die Möglichkeit der theoretischen Grundlagen der Atommodelle die Probe liefern. Als die wichtigste Stütze des Bohrschen Atommodells gilt mit Recht die Balmersche Formel.

Balmer war weder ein großer genialer Mathematiker noch ein feinsinniger Experimentator, er war viel eher eine Künstlernatur, ein Architekt und hat der Welt durch seine Betrachtungen einen großen Gedanken geschenkt, dessen Inhalt in seiner einfachen Formel gefaßt ist. Aus welchen Spekulationen ein großer Gedanke entsteht, ob aus schwierigen mathematischen Betrachtungen, ob aus experimentellen Untersuchungen oder einfachen geometrischen Gesichtspunkten, ist meines Erachtens gleichgültig. Wenn die Nachwelt bei der Verfolgung dieses Gedankens weitere Erkenntnis gewinnt, so darf sie des Schöpfers desselben dankbar gedenken.

Publikationen Balmers:

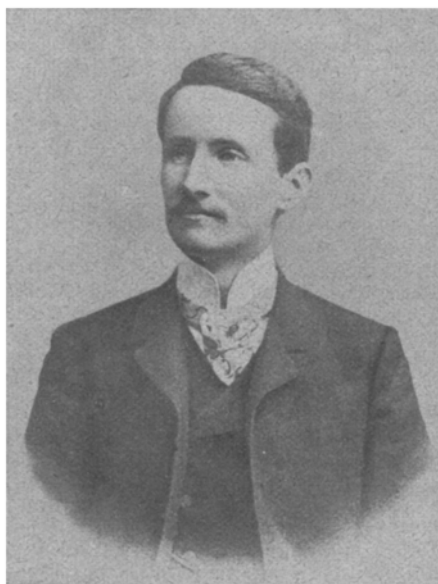
- 1868. Die Naturforschung und die moderne Weltanschauung, Detloff, Basel.
- 1884. Zur Projektion des Kreises, Buchdr. Fr. Bürgin, Programm der Töcherschule. Notiz über die Spektrallinien des Wasserstoffs, Verhandl. Naturforsch. Ges. Basel 7, 548, 1884, und 7, 750, 1885, Ann. Phys. 26, 80, 1885.
- 1886. (E. Hagenbach-Bischoff) Balmersche Formel für Wasserstofflinien, Verh. Naturf. Ges. Basel 8, 242.
- 1887. Die freie Perspektive. Einfache und leichte Einführung in das perspektivische Zeichnen. Mit 30 Tafeln. Braunschweig, Fr. Vieweg.
- 1897. Eine neue Formel für Spektralwellen, Verh. Naturf. Ges. Basel 11, 448; und Ann. Phys. 60, 380.
- 1858. Des Propheten Ezechiel Gesicht vom Tempel, übersichtlich dargestellt und architektonisch erläutert (Habilitationsschrift), Ludwigsburg, Druck u. Verlag Ferd. Riehm.
- 1883. Die Wohnung des Arbeiters. Mit Rücksicht auf die neueren Bestrebungen zur Förderung des Wohls der Arbeiterfamilien, durch 22 Grundrisse ausgeführter Arbeiterhäuser erläutert. Im Auftrag der Gesellschaft des Guten und Gemeinnützigen. Basel, Detloff.
- 1885. Die Gesundheit, ein Wort an Gesunde und Kranke. (Den Arbeiterfamilien gewidmet.) Basel, Druck u. Verlag Fr. Riehm.
- 1891. Gedanken über Stoff, Geist und Gott; Aphorismen, Basel, M. Werner-Riehm.

Walther Ritz war nur ein kurzes Leben beschieden, das aber an wissenschaftlichen Arbeiten unendlich reich war. Ein Leben von nur 31 Jahren mit einer solchen Fülle von produktiver Arbeitskraft und das mit soviel Erfolg gekrönt ist, ist eine Seltenheit.

Als Sohn des Walliser Landschaftsmalers Raphael Ritz aus Sitten, der aus der Düsseldorfer Schule hervorgegangen war, ist Walther Ritz am 22. Februar 1878 geboren. Er besuchte zuerst das Lyzeum seiner Vaterstadt, kam 1897 auf das Züricher Polytechnikum, das ihn aber durch die technische Orientierung wenig befriedigte.

Eine Bergtour in seinen geliebten Alpen wurde ihm zum Schicksal. Eine kalte Nacht, die er im Freien zubringen mußte, warf ihn aufs Krankenbett. Eine Brustfellentzündung hinterließ eine Tuberkulose, die vielleicht schon in ihm schlummerte und ihn nicht mehr losließ.

Er hatte ein unstillbares Bedürfnis, sich wissenschaftlich zu betätigen, und der Drang nach Aufklärung und Forschung führte ihn an die größten Universitäten, wo er mit den Mathematikern und Physikern immer in engem Kontakt arbeitete. Eine gewisse Unruhe verursachte wohl seine Krankheit, denn er mochte doch immer die Hoffnung haben, daß ein neuer Aufenthaltsort ihm zuträglicher sei. 1901 ging er nach Göttingen,



W. Ritz.

gen, wo er vorzugsweise bei *Voigt* und *Hilbert* studierte und den Doktorgrad erwarb. 1903 war er in *Leyden* bei *Lorentz*, dann bei *Kayser* in *Bonn* und im Herbst bei *Cotton* in *Paris*. Seine Gesundheit wurde immer prekärer und er suchte Erholung in *St. Blasien*, *Rapallo*, *Mayens de Sion* und in *Nizza*, doch schrieb er von da an einen Freund, daß er jetzt nur noch der wissenschaftlichen Arbeit leben wolle, um die kurze Zeit, die ihm noch vergönt sei, auszunutzen. Er ging wieder zu seinem Freund *Paschen* nach *Tübingen* und dann nach *Göttingen*, wo er nur noch mit Mühe die Kraft zur Habilitation aufbrachte. Am 7. Juli 1909 erlöste ihn der Tod.

Ritz zeichnete sich aus durch ein besonders scharfes und klares Urteil. Sein kritisches Auge wußte immer zu erspähen, wo im Aufbau einer physikalischen Theorie das Fundament schwach war. Er erfaßte die Schwierigkeiten, die beim Vermischen verschiedener Theorien eintreten. Er war ein Denker, ein Theoretiker.

Experimentell zu arbeiten hatte er weder die physische Kraft noch die nötige Geduld. Ich erinnere mich aus *Bonn*, daß er einmal deprimiert und entsetzt war, als er nach 14 Tagen das gewünschte Resultat nicht erreichte. Er war der typische Theoretiker, der gerne alle mühsam experimentell errungenen Ergebnisse als etwas Selbstverständliches übernahm und daran seine theoretischen Betrachtungen angeschlossen.

Von seinen gewaltigen Leistungen möchte ich hier das herausgreifen, was in engem Zusammenhang mit *Balmers* Entdeckung steht und weshalb er wohl auch wissenschaftlich populär geworden ist, es sind das seine Arbeiten auf optisch-spektroskopischem Gebiet.

Der Versuch, das *Balmersche* Seriengesetz vom Wasserstoff auf ähnlich gestaltete Linienkombinationen (Serien) anderer Elemente zu übertragen, hat Schwierigkeiten ergeben, weil diese Serien eben anders geartet sind, und man half sich zunächst mit rein empirischen Gesetzen, die sich mehr oder weniger an *Balmers* Gleichung anlehnten.

Hier griff *Ritz* in die Diskussion geschickt ein mit seiner Dissertation: *Zur Theorie der Serienspektren*. Er begann damit aufmerksam zu machen, „daß die Eigenschwingungen eines Lichterregers durchaus andern Typus besitzen als die aus der Elektrodynamik, Elastizitätstheorie und Hydrodynamik bekannten Fälle von Eigenschwingungen“. Die Serienspektren zeigen eine Häufungsstelle, das Serienende, nach dem hin die Linien immer näher zusammenrücken. Die Zahl der Linien ist eine unendliche, und das Serienende wird erst mit der Laufzahl m gleich unendlich in der *Balmerschen* Formel erreicht. Die Schwingungszahl des Serienendes ist aber endlich. Die Obertöne, um es akustisch auszudrücken, auch wenn es unendlich viele sind, gehen nicht über eine gewisse Grenze hinaus. Stellt man aber die Schwingungen einer Saite oder irgendeines Körpers als Funktion von ganzen Zahlen dar, so wachsen die Schwingungszahlen der Oberschwingungen ins Unendliche. *Ritz* gab sich von diesen Schwierigkeiten Rechenschaft. Er suchte sich eine Vorstellung vom Atombau zu machen, um diese sonderbaren Verhältnisse optischer Schwingungen verständlich machen zu können. Nach vielen Umwegen gelang es ihm durch Einführung magnetischer Atomfelder. Er nahm Linienmagnete im Atom, bestehend aus mehreren Elementarmagnetchen, an und bestimmte die Wechselwirkung zwischen Pol und schwingender Ladung des Elektrons. Er gelangte dabei zu einer Serienformel, die mit einer schon von *Rydberg* empirisch aufgestellten Formel im wesentlichen identisch war. Die Spektren der Alkalien konnten sehr genau und vollständig wiedergegeben werden. Die *Balmersche* Formel ergab sich als Spezialfall, der auf einen besonders einfachen Aufbau des Wasserstoffatoms schließen ließ.

Die Anschauungen *Ritzens* über den Atombau sind zwar durch das Bohrsche Atommodell überholt worden, nicht aber die Ergebnisse. Nach der heutigen Auffassung lassen sich gerade aus dem Bohrschen Atommodell die Ritzschen Serienformeln ableiten.

Wir verdanken *Ritz* aber noch ein weiteres sehr wichtiges spektroskopisches Gesetz, das er beim Studium der Spektren der Alkalien entdeckte. Die Seriengesetze verknüpfen die Linien einer Serie miteinander. Nun aber findet *Ritz*, daß zwischen den verschiedenen Serien eines Elementes einfache Beziehungen bestehen. Durch additive oder subtraktive Kombinationen, sei es der Serienformeln selbst, sei es der in dieselben eingehenden Konstanten, werden neue Formeln gebildet, die wieder Serien entsprechen.

Dieses sogenannte Kombinationsprinzip hat weitgehende Anwendung gefunden, es hat oft experimentell bekannte, aber sonst nicht untergebrachte Linien erklärt, und in andern Fällen ist es ein Leitmotiv geworden zum Auffinden neuer Serien. Beim Wasserstoffspektrum hat man z. B. aus den beiden bekannten Serien den Schluß gezogen, daß eine dritte Serie zu erwarten sei. Die Bestätigung folgte der Voraussage.

Außer den zahlreichen spektroskopischen Publikationen hat *Ritz* noch manche andere Probleme der theoretischen Physik bearbeitet, die hier nur dem Titel nach erwähnt sein mögen: neue Methode zur Lösung gewisser Variationsprobleme der theoretischen Physik, Theorie der Transversalschwingungen einer quadratischen Platte mit freien Rändern, kritische Bemerkungen über die allgemeine Elektrodynamik, über die Rolle des Äthers, über die Gravitation und über das Relativitätsprinzip in der Optik.

Alle Abhandlungen zeugen von einem so tiefen Verständnis und Erfassen der theoretischen Probleme, immer aber mit Rücksicht auf die experimentell gewonnenen Kenntnisse, wie es nur bei einem besonders begabten Gelehrten möglich ist.

In der historischen Entwicklung der Spektroskopie wird *Ritz* als derjenige gelten, der den fundamentalen Gedanken von *Balmer* am gründlichsten gefaßt, vertieft und weiter entwickelt hat. Deshalb werden die beiden Forscher auch heute so vielfach zusammen genannt, und dies möge es verständlich machen, daß hier die Beiden nebeneinander skizziert worden sind.

Besprechungen.

Grammel, Richard, Der Kreisels. Seine Theorie und seine Anwendungen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1920. X, 350 S. und 131 Abbildungen. Preis M. 32,—.

Die Theorie des Kreisels hat seit ihrer Entstehung durch *Leonard Euler* eigentümliche Schicksale erlebt, Schicksale, die freilich überhaupt für die gesamte Entwicklung der Mechanik als Wissenschaft in mancher Hinsicht charakteristisch waren. Nachdem er in seiner klassischen *Theoria motus corporum solidorum seu rigi-*

dorum 1765, fast 70 Jahre später *Poinsot* in seiner berühmten *Théorie nouvelle de la rotation des corps* die analytischen und geometrischen Werkzeuge für die unmittelbare Bearbeitung der Kreiselbewegung geschaffen hatten, traten diese einfachen, aber bedeutenden Hilfsmittel und ihre Ergebnisse ganz zurück gegen eine formale und abstrakte Richtung, die, von *Lagranges Mécanique Analytique* (1788) ausgehend, von den Mathematikern der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts beharrlich verfolgt wurde, deren Ausstrahlungen bis an die Jahrhundertwende heran fühlbar waren. Dadurch entfernte man sich immer mehr von dem naturwissenschaftlich-erkenntnistheoretischen Ziel, die wirkliche Bewegung zu durchschauen, um sich dem rein mathematischen zu nähern, der strengen Lösung des Kreiselpblems in analytischer Vollendung unter Beschränkung auf die Schwerkraft oder gar auf Kräftefreiheit. Man berauschte sich an der architektonischen Schönheit der fertigen Formelsysteme, ohne an ihre quantitative Ausbeute zu denken. Als aber von physikalischer Seite aus, in England namentlich durch *Lord Kelvin*, in Frankreich durch *Foucault*, in Deutschland durch *Helmholtz*, teils durch das Bedürfnis nach kinetischen Modellen für unsichtbare (atomare) physikalische Vorgänge, teils durch zähe Bemühungen, die dynamischen Eigenschaften des Kreisels für geophysikalische oder nautische Zwecke auszunutzen, das Interesse an einem mechanischen Verständnis der Kreiselerscheinungen wieder geweckt wurde, besann man sich, zuerst in England, dann aber bald auch in Deutschland, anfänglich mehr oder minder populär, später wissenschaftlich, auf die ursprünglichen, unvergänglichen Gedanken der klassischen Mechaniker, um konkretes Verständnis, Anschaulichkeit und Handlichkeit der Theorie gegenüber den hierin unfruchtbar gewordenen, rein mathematischen Bestrebungen wieder zu gewinnen. Ihren bedeutendsten Ausdruck haben jene wiedererwachten Ideen in der vierbändigen Monographie von *F. Klein* und *A. Sommerfeld* gefunden. Im Zeitraum von rund 15 Jahren (1895—1910) mit mehrfachen Unterbrechungen entstanden, trägt sie jedoch keinen ganz einheitlichen Charakter. Im Vorwort zum IV. Heft geben die Verfasser selbst zu: „Wenn wir von neuem den gesamten Stoff zu disponieren hätten, so würden wir wahrscheinlich die eigentliche Mechanik des Kreisels einschließlich ihrer Anwendungen auf einem viel kleineren Raum darstellen, unter Beschneidung der analytischen Seitenschöblänge, welche sich so gern von dem Stamme der Mechanik abzweigen. Mit dieser Darstellung würden wir uns an das große Publikum aller naturwissenschaftlichen und technischen Interessenten der Kreiseltheorie wenden.“

Mir scheint, daß dieses schöne Programm, unbeschadet dem dauernden, hohen Werte des Klein-Sommerfeldschen Werkes, in dem vorliegenden Buche auf eine mustergültige Weise verwirklicht worden ist. In einem handlichen Bande von 350 Seiten sind Theorie und Anwendungen des Kreisels, mit vollem Bewußtsein im Geiste des (leider unvollendeten) *Treatise on Natural Philosophy* von *Thomson* (*Kelvin*) und *Tait* abgehandelt: Die qualitative Analyse des mechanischen Vorganges möglichst begrifflich ohne formale Rechnung, die quantitative Diskussion ohne mathematische Abschweifungen knapp und klar, jedoch „ohne irgendwo an Strenge nachzugeben“. Besonders kennzeichnet diesen Standpunkt des Verfassers die folgende Stelle aus dem Vorwort: „Die Formel kann in der reinen Mathematik einen hohen Selbstzweck haben; in der Mechanik ist sie lediglich ein scharf geschliffenes