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 Kreisel. 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 Kreiselproblems 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 Seitenschößlinge, 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

Werkzeug, und sie soll nie zum Automaten werden, der, taktmäßig ablaufend, am Schluß ein zwar vielleicht richtiges, aber schemenhaftes Ergebnis zum Vorschein bringt, welches dann erst wieder mit Fleisch und Blut gefüllt werden muß. Ganz abgesehen davon, daß die meisten Denkfehler in der Mechanik durch solchen Formalismus entstehen, ist der Erkenntnistrieb nur dann einigermaßen befriedigt, wenn jede Formel selber sagt, was sie bedeutet und warum sie da ist, wenn also in keinem Augenblick der Zusammenhang der Formel mit dem mechanischen Geschehen verloren geht.“ In den 10 Jahren seit dem Abschluß der Klein-Sommerfeldschen Monographie haben zudem die physikalischen, noch mehr die technischen Kreiselinstrumente in engem Zusammenhang mit der Theorie, aber auch dank der Geschicklichkeit ihrer Erfinder, einen so hohen Grad der Ausbildung erreicht, auch sind neue hinzugekommen, z. B. durch die Entwicklung der Flugtechnik, daß eine neue Darstellung schon aus diesem Grunde willkommen heißen werden muß. Da *Grammel* taktvoll und ökonomisch diejenigen Probleme, die von *F. Klein* und *A. Sommerfeld* bereits ausführlich erledigt sind (wie z. B. die geophysikalischen und astronomischen Anwendungen), mehr zurücktreten läßt oder ganz übergeht zugunsten der neuen, so ergänzen sich beide Werke in glücklicher Weise.

Kennzeichnen wir kurz die Gliederung des Stoffes. Der erste Teil entwickelt die Theorie auf klassisch-mechanischer Grundlage. Die Sprache, in welcher der Verfasser sie uns lehrt, ist anschaulich und begrifflich gleich einfach und beredt, es ist die der *Vektoren*. An Hand der kinematischen Grundlagen werden die notwendigen Vektorsymbole und -operationen eingeführt und erläutert. Die Dynamik ist besonders eindrucksvoll durch die lebendige Auffassung des Bewegungsvorganges als das Ergebnis eines Kampfes zwischen der inneren Trägheit des Kreisels und den äußeren Kräften. Als Maß für die Trägheit dient der Impuls als Systemgröße in der besonderen Gestalt des Drehimpulses oder, wie der Verfasser kürzer und treffend sagt, des Schwunges. Das wichtigste Gesetz, welches diesen Kampf beherrscht, die Beziehung zwischen der Änderung des Schwunges und dem Drehmoment der äußeren (besser eingprägten) Kräfte (der Drehkraft), das träge Verhalten des „kräftefreien“ Kreisels, d. h. sowohl die reguläre Präzession des symmetrischen, wie die sog. Poinsotbewegung des unsymmetrischen mit ihren kinematischen Bildern, die analytischen Folgerungen in Form der weiter viel benutzten Eulerschen Gleichungen werden im ersten Abschnitt gebracht. Im zweiten folgen die Führungsprobleme oder, wie der Verfasser sagt, „der Kiesel unter Zwang“, d. h. teilweise zwangsläufige Führung auf vorgeschriebener Bahn und ihre Dynamik als *Kreiselwirkung* in engerem Sinne. Im Mittelpunkt steht die „wichtigste Kiesel-formel“, der ursprünglich von *Klein-Sommerfeld* so bezeichnete Deviationswiderstand (Reaktion gegen die Führung) als Funktion der geometrischen und Trägheits-, konstanten, seine natürliche Zerlegung in Schleudermoment und Kieselmoment. Im dritten Abschnitt finden wir dann die Wirkung der Schwerkraft eingehend geschildert: die allgemeinen Sätze über den schweren symmetrischen Kiesel, die auf *Lagrange* und *Poisson* zurückgehen, das Wichtigste über den Spielkiesel, mit Einschaltung des störenden Einflusses der Lagerreibung, und beachtliche neue Ausführungen — Ergebnisse eigener Untersuchungen — über das schwierigste und daher noch wenig angebaute Gebiet des schweren unsymmetrischen Kreisels, soweit sie in

den Rahmen des oben bezeichneten Programms hinein-gelören.

Noch größere Stofffülle enthält der zweite, deshalb auch umfänglichere Teil der Anwendungen. Hier paart sich vollkommene Beherrschung der theoretischen Methoden mit genauer und weitgehender Sachkenntnis auch in den technischen oder physikalischen Einzelheiten. Zum ersten Male ist eine systematische auf inneren Gründen beruhende Einteilung, wie ich meine mit gutem Erfolge, unternommen worden. Entweder sind in dem mechanischen System von vornherein rotierende Teile (Schwung-, Lauf- oder Kreiselräder) vorhanden, dann treten Kreiselwirkungen besonders merklich (die Aufgabe des Mechanismus hindernd oder fördernd) auf, wenn ihre Achsen irgendwelche Schwenkungen erfahren, wie etwa die Laufräder eines sog. Kollerganges, die Radsätze von Fahrzeugen oder Luftschrauben von Flugzeugen in Kurvenbewegung — Inhalt des ersten Abschnittes —, oder die Kreisel sind absichtlich als kinetisches Element dem Mechanismus einverleibt worden. Dann kann die *beabsichtigte* Wirkung eine zweifache sein, je nachdem die Masse des Kreisels (oder genauer seine Trägheit) einen wesentlichen Teil der gesamten Masse oder Trägheit des Mechanismus ausmacht oder nicht. Im ersteren Falle wird ihm ein vom Kiesel beherrschtes Verhalten aufgeprägt, sie heißen beim Verfasser unmittelbare Stabilisatoren und werden je nach Art ihrer Aufgabe eingeteilt in Richt- (Beispiele: rotierende Himmelskörper überhaupt, Langgeschosse aus gezogenem Lauf), Stütz- (Howeltorpedo, während das *Whiteheadtorpedo* den mittelbaren Stabilisatoren zugerechnet wird, Einschienenbahn nach den Systemen des jüngst verstorbenen *Scherl* und *Brennan*) und Dämpfkreisel (markantes und einziges, wenn auch in der Technik aufgegebenes Beispiel der Schlicksche Schiffskreisel). Davon handelt der dritte und letzte Abschnitt. Die mittelbaren Stabilisatoren wirken nur als Richtungszeiger wie an den Foucaultschen Gyroskopen, dem Gilbertschen Barygyroskop, den künstlichen Lotlinien und Horizonten für Flieger und Seeleute oder betätigen einen Steuermechanismus, wie den Obryschen Geradläufer, die künstlichen Flugzeugstabilatoren. Einen besonderen Paragraphen in diesem zweiten und mittleren Abschnitt nimmt die ausführliche Theorie des Kompaßkreisels in seiner hohen, technischen Vollendung von *Anschütz-Kämpfe*, samt seinen Mißweisungen und Fahrtfehlern, in Anspruch.

Knapp und klar ist die Darstellung; die Ergebnisse der mit besonderem Geschick immer nur das Wesentliche aus den Ansätzen, dies aber restlos, herausholenden Diskussion, sei es etwa mit Hilfe der Methode der kleinen Schwingungen oder algebraischer Überlegungen, werden in prägnanten Sätzen festgelegt. Der Weg zu Einzelstudien ist durch die am Schluß zusammengestellten, reichlich gegebenen literarischen Nachweise gebahnt. Die Figuren sind ganz vortrefflich gezeichnet, originell und geschickt angelegt, kräftig ausgeführt, und mit der Einfügung von Vektorpfeilen als graphisches Hilfsmittel zum mechanischen Verständnis ist nirgends gespart worden. Nicht zu vergessen die schon eingangs gestreiften Versuche des Verfassers, an Stelle der oft schwerfälligen, viel zu langen oder sinnwidrigen, wenn auch z. T. ehrwürdigen Fachausdrücke der theoretischen Mechanik aus einer überlebten Zeit kurze, z. T. neue Benennungen zu setzen wie z. B. die schon viel gebrauchte Wucht für lebendige Kraft oder kinetische Energie, Schwung für Drehimpuls, Trieb für Impulsresultante usw. Da

könnten auch gleich die von *Poinsot* noch herrührenden Wortungeheuer *Polhodie* und gar *Herpolhodie* verschwinden, für die es bereits treffliche deutsche Wörter gibt.

Allein die ausschließlich in Durchschnitt, Grund- oder Aufriß gegebenen Darstellungen der meist recht verwickelten Kreiselapparate könnten wohl hier und da durch eine geeignete perspektivische (oder axonometrische) Skizze ergänzt werden. So z. B. vermißt der Laie ein wenigstens schematisches, aber anschauliches Bild des gesamten Leitwerkes eines Flugzeuges, von dem doch sehr viel die Rede ist. Auch scheint mir im ersten Teil der entscheidende Schritt von der Punkt- zur Systemmechanik, der vom D'Alembertschen Prinzip geleistet wird, zu sprunghaft (S. 13), die Zerlegung des Reibungsansatzes (S. 84) bedenklich.

Diese geringen Ausstellungen vermögen den großen Wert der bis in die Einzelheiten peinlich sauberen und zuverlässigen Arbeit *Grammels* nicht zu beeinträchtigen. Sie verdient einen Platz in der Bücherei jedes auf dem Kreiselgebiet verkehrenden wissenschaftlichen Technikers und Physikers, selbstredend des „angewandten“ und des durch seine Abstraktionen noch nicht gänzlich eingesponnenen Mathematikers, der von alters her auch die theoretische Mechanik zum gelegentlichen Tummelplatz seiner Spekulationen zählt. Ist doch der Verfasser an ihrem An- und Ausbau durch zahlreiche eigene Untersuchungen beteiligt. Ihre Ergebnisse sind, wie schon angedeutet, in diesem Buche überall verwertet.

M. Winkelmann, Jena.

Wiener, Otto, Fliegerkraftlehre. Leipzig, S. Hirzel, 1920. XV, 240 S. Preis geh. M. 24,—; geb. M. 32,—.

Das Buch ist aus Vorträgen entstanden, die der Verf. während des Krieges vor Fliegern und Flugschülern gehalten hat. Es hat das Ziel, in leichtfaßlicher Weise die wesentlichen Gesichtspunkte des Flugwesens und der Aerodynamik darzulegen und den Zusammenhang mit den allgemeinen physikalischen Gesetzen klarzustellen.

Zuerst werden unter Vermeidung aller Formeln die allgemeinen Verhältnisse des stationären und des gestörten Fluges, einschließlich der Phygoidtheorie und des Segelflugs dargelegt. Dann folgt die genauere, auch teilweise numerische Beschreibung der Luftkräfte, des Zusammenwirkens von Motor, Schraube und Flugzeug und die Berechnung der Flugleistungen. In einem weiteren Teil über die „allgemeine Kraftlehre des Fliegers“ wird auf einige für den Flieger wichtige Probleme hingewiesen, die ein tieferes Eindringen in die Dynamik erfordern; um das Verständnis dieser Erörterungen auch dem mechanisch weniger vorgebildeten Leser zu erleichtern, sind in einem besonderen Teil die wichtigsten Begriffe, Sätze und Formeln der allgemeinen Mechanik zusammengestellt. Ob damit weiteren Kreisen das Verständnis eröffnet werden kann, scheint fraglich; vielleicht wäre es doch besser gewesen, den zur Verfügung stehenden Raum nur für aerodynamische Ausführungen zu verwenden.

Die Darstellung ist angenehm und leicht faßlich; die Auswahl des Stoffes könnte vielleicht dem jetzigen Standpunkte der Aerodynamik besser angepaßt sein, so daß z. B. weniger vom Verhalten ebener Flächen die Rede wäre, oder daß die Hauptgesichtspunkte der Prandtl'schen Arbeiten über endliche Flügel dargelegt würden und desgl. Auf Vermeidung von Fremdwörtern ist sehr großer Wert gelegt.

L. Hopf, Aachen.

Bader, H. G., Grundlagen der Flugtechnik. Entwerfen und Berechnen von Flugzeugen. Leipzig, B. G. Teubner, 1920. 194 S. und 47 Fig. Preis geh. M. 18,—; geb. M. 22,—.

Dieses Werk ist kein Lehrbuch; die Erklärungen sind sehr kurz gefaßt, und das Hauptgewicht ist auf das wirkliche praktische Problem, die Berechnung eines Flugzeugs gelegt. Dabei ist die Festigkeitsberechnung ausgeschlossen; die Probleme der aerodynamischen Berechnung sind aber alle ausführlich behandelt, sowohl die Leistungsberechnung wie auch die Berechnung der Steuerorgane und der Stabilität und das Verhalten bei Anlauf und Landung. Der Versuch, in all diesen Fragen systematische Durchrechnung an Stelle praktischer Schätzung treten zu lassen, ist durchaus zu begrüßen; dagegen erscheint es dem Referenten zweifelhaft, ob der von *Bader* eingeschlagene Weg wirklich gangbar ist. Die Darstellung ist wenigstens derart überlastet mit mathematischen Entwicklungen, Minimumberechnungen usw., daß es außerordentlich schwer ist, hindurchzufinden; auf 142 Seiten finden sich 579 Formeln (vom Autor, nicht etwa vom Referenten gezählt!). Zudem erschwert die Wahl der Bezeichnungen, die fast durchweg von den üblichen abweichen, das Verständnis. Die vollständige rechnerische Durchführung eines Beispiels und eine Zusammenfassung, in welcher die physikalischen Zusammenhänge ohne mathematische Entwicklungen dargelegt werden, bringen manche Anregung, auch wenn man nicht in allen Anschauungen dem Verfasser folgen kann.

IA Hopf, Aachen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Richtigstellung.

In Nr. 15, S. 254 dieser Ztschr. hat Herr *Study* eine ziemlich scharfe Kritik an *O. Hertwigs* Kampf gegen den Darwinismus geübt. Er bemängelt insbesondere, daß *Hertwig* gewisse politische und soziale Erscheinungen mit den Lehren *Darwins* in Verbindung gebracht habe, so daß die letzteren geradezu als gemeingefährlich erscheinen müßten. Da *Study* bei dieser Gelegenheit auch den Keplerbund erwähnt und diesem zu traut, daß er dem Ruf nach der Polizei gegen die bösen Darwinisten freudig zustimmen würde, da ich ferner annehmen muß, daß seine Äußerung auf einem von mir verfaßten Leitartikel unserer Zeitschrift „Unsere Welt“, Nr. 1, 1921, fußt, worin ich ein paar Zitate aus *Hertwig* angeführt hatte, so sehe ich mich genötigt, folgendes zu erklären:

In den von mir zitierten Worten (aus „Werden der Organismen“ S. 635, 710) hat *Hertwig* nur eine unzweifelhafte geschichtliche Tatsache mit sehr treffenden Worten wiedergegeben: Das erstaunlich rasche Durchdringen der Darwinschen Lehren ist sicher größtenteils auf ihre anscheinende Übereinstimmung mit einer ganzen Anzahl politischer, wirtschaftlicher u. a. Bestrebungen zurückzuführen, die dann auch umgekehrt derartige Bestrebungen sich der aus der Biologie entnommenen Schlagwörter vom Kampf ums Dasein usw. ausgiebig bedient haben, obwohl dies zu schlimmen Mißdeutungen führen mußte, weil, wie *Hertwig* sagt, aus der Darwinschen Lehre wie aus einem Orakelspruch jeder entnehmen konnte, was ihm paßte. Nur diese Worte *Hertwigs* habe ich beistimmend zitiert. Wenn *Hertwig* darüber hinaus sowohl in diesem Zusammenhang wie anderswo es nicht ganz vermeidet, die Darwinsche Lehre selbst mit der Verantwortung für solche Folgerungen zu belasten, so lehne ich das mit