Werk

Titel: Literarisches

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021|LOG_0134

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

net, welche die α-Strahlen in Luft geben, wenn in ihre Bahn verschieden dicke Aluminiumschichten gestellt werden. Alle Kurven gaben zwei charakteristische Punkte, einen für das Maximum und einen für das Aufhören der Wirkung; so z. B. bei zwei Schichten Aluminium 4,8 cm und 5,8 cm. Die Vergleichung der Absorption im Aluminium mit der in Luft führt zu dem Ergebnis, daß eine 0,00031 cm dicke Schicht Aluminium ebensoviel α-Strahlen absorbiert wie 0,5 cm Luft; dies gilt sowohl für den Maximumpunkt, wie für den des Aufhörens der Wirkung.

Maria Gräfin Linden: 1. Die Assimilation der Kohlensäure durch die Schmetterlingspuppen. 2. Vergleich zwischen den Erscheinungen der Kohlenstoffassimilation bei den Puppen und bei den Pflanzen. 3. Die Gewichtszunahme der Puppen beruht nicht auf der Absorption von Wasser. (Comptes rendus de la Société de Biologie 1905, t. 59, p. 692—697.)

Die Verfasserin hatte beobachtet, daß Schmetterlingspuppen (Vanessa) einen Aufenthalt in kohlensäurereicher Atmosphäre leicht ertragen, daß sie darin weniger von ihrem Gewicht verloren als unter normalen Umständen und in gewissen Fällen sogar schwerer wurden, während die Kohlensäure an Volumen abnahm. Um festzustellen, ob die Puppen in derselben Weise wie die Pflanzen die Kohlensäure ausnutzen können, führte Verf. dann eine große Anzahl (etwa 400) Gasanalysen aus. Sie benutzte dabei Puppen von Papilio podalirius, Sphinx Euphorbiae und Lasio campapini, sowie auch Raupen von Botys urticata und Vanessa urticae. Meistens kam als Atmosphäre ein Gemisch von Luft mit 5 bis 30 % Kohlensäure zur Verwendung. Die Puppen blieben in der Regel 2 bis 24 Stunden in dieser Atmosphäre. Am Ende des Versuches hatte sich das ihnen zur Verfügung stehende Gasquantum fast immer verringert. In reiner atmosphärischer Luft war die Produktion an Kohlensäure durch die Puppen bei Nacht größer als bei Tage. Im Winter konnte auch, wie Beobachtungen an Puppen von Papilio podalirius ergaben, die Kohlensäurebildung bis zum völligen Aufhören herabgehen.

Enthielt die Atmosphäre aber Kohlensäure (wieviel, wird nicht gesagt), so beobachtete man oft eine Absorption dieses Gases, die, namentlich im Frühling, von einer Sauerstoffaushauchung begleitet war. In 113 Winterversuchen ist CO_2 37 mal absorbiert worden, doch fand nur viermal O-Entwickelung statt. In 116 Frühlingsversuchen trat 63 mal CO_2-Absorption und 60 mal O-Ausscheidung ein. Dieser Assimilationsvorgang fand am Tage häufiger statt als in der Nacht. In 17 Tagesversuchen absorbierten die Puppen (P. podalirius) 5,36 ccm CO_2, in 18 Nachtversuchen 2,50 ccm CO_2. Die Atmung war dagegen in der Nacht stärker als am Tage.

Durch Vergleichung mit den Verhältnissen bei den Pflanzen (Brennessel) findet Verf., daß die Assimilations- und Atmungserscheinungen nur dem Grade nach sich unterscheiden, indem sie bei den Pflanzen intensiver seien als bei den Puppen. Während des Tages überwiegen in der Atmosphäre die Produkte des Assimilationsprozesses, während der Nacht lassen im Gegenteil die Atmungserscheinungen ihre Spuren zurück. Wie bei den Pflanzen, so sind auch für die Schmetterlingspuppen die roten und gelben Strahlen der Assimilation besonders günstig.

Für die Puppen von P. podalirius stellte Verf. auch eine Gewichtszunahme in kohlensäurereicher Atmosphäre fest. Sie nahmen in ungefähr drei Monaten um etwa 25 % ihres ursprünglichen Gewichtes zu, während sie unter normalen Bedingungen an Gewicht verloren. Durch elementaranalytische Untersuchungen fand Verf., daß Aufnahme von Kohlenstoff und Stickstoff stattfindet, und zieht daraus den Schluß, daß die Puppen den Kohlenstoff der Kohlensäure und den Luftstickstoff zu assimilieren vermögen. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes ist wohl zu erwarten, daß Verf. dieses Ergebnis in einer deutschen Zeitschrift ausführlich begründet. In den vorliegenden Mitteilungen bleibt trotz reichlicher Zahlenangaben Verschiedenes unklar. F. M.

Literarisches.

Julius Bauschinger: Die Bahnbestimmung der Himmelskörper. Mit 84 Figuren im Text, 653 S. (Leipzig 1906, Wilhelm Engelmann.)

Ausführliche Lehrbücher über Bahnberechnungen von Himmelskörpern gehören zu den Seltenheiten. Bis vor 30 Jahren war der Studierende außer der klassischen „Theoria motus“ von C. F. Gauss auf die lehrreiche „Theoretische Astronomie“ von W. Klinkerfues angewiesen, abgesehen von Watsons englischer Theoretical Astronomy. Dann erschien Th. v. Oppolzers großes Werk, das aber schon lange wieder vergriffen ist. Die Neuausgabe des „Klinkerfues“ 1899 ist nicht ganz frei von Mängeln, und so dürfte nun das vorliegende Werk von J. Bauschinger von allen sich für Bahnbestimmung von Planeten, Kometen, Doppelsternen Interessierenden wohl aufgenommen werden. Dieses Werk legt das Hauptgewicht auf jene Rechenmethoden, die sich praktisch gut bewährt haben. Neue und oft sehr geistreiche Methoden werden zwar alljährlich veröffentlicht, allein gewöhnlich sind sie, um zu voller Geltung zu gelangen, auf absolut genaue Beobachtungen angewiesen, die nicht vorhanden sind.

Die Grundlagen einer Bahnbestimmung sind einerseits die durch Koordinaten zahlenmäßig ausgedrückten Beobachtungen, andererseits die in geeignete Formeln gebrachten Bewegungsgesetze. So geht naturgemäß dieses Lehrbuch in seinem ersten Teile nach kurzer Anführung der Hauptformeln der sphärischen Trigonometrie und ihrer Differentiale von den astronomischen Koordinaten des Äquators und der Ekliptik und den Beziehungen beider Systeme zu rechtwinkligen Koordinaten aus und gibt hier (mit Beispiel) die Formeln für die Umrechnung eines Systems in die anderen. Auch die differentiellen Korrektionen der rechtwinkligen Koordinaten für Breitestörungen sind hier zu finden, sowie die Grundformeln für Ephemeridenrechnungen. Da alle Bewegungen am Himmel Funktionen der Zeit sind, so ist ein besonderer Abschnitt der „astronomischen Zeitrechnung“ gewidmet: Sternzeit, mittlere Sonnenzeit, die Umwandlung beider Zeiten in einander, die Rechnung mit Jahren und die Bedeutung des besonders für Reduktionen wichtigen „annus fictus“ werden hier behandelt. Die fraglichen, ursprünglich empirisch entdeckten Reduktionen sind selbst später als Folgen von Bewegungen erkannt worden. Ihre Erläuterung wie die der Bewegungen der Himmelskörper setzt daher die Kenntnis der Bewegungsgesetze von Körpern überhaupt voraus. Diese Gesetze werden in dem Abschnitt über Mechanik, vom Begriff der Geschwindigkeit ausgehend, der Reihe nach abgeleitet, zuerst die Beschleunigung als Maß für „Kraft“, dann die Bewegungsgesetze eines starren Körpers (Trägheitsmoment), die in der Eulerschen Differentialgleichung für Rotationsbewegungen gipfeln, der Grundlage für Präzession und Nutation. Diese beiden Erscheinungen werden nach ihren Ursachen und ihrer Wirkung auf die Koordinaten und die Lagen gegebener Ebenen untersucht, die für die Berechnung dieser Wirkungen geeigneten Reduktionsformeln werden für die häufigeren Fälle abgeleitet, bezüglich seltenerer Fälle (genaue Präzessionen für sehr lange Zeiträume) wird auf das Oppolzersche Lehrbuch verwiesen. Die Konstanten für Präzession und Nutation sind nach Newcomb angenommen und auch den zum vorliegende Werke gehörenden Tafeln [1]) zugrunde gelegt.

[1]) J. Bauschinger, Tafeln zur theoretischen Astronomie, Leipzig 1901, W. Engelmann.

Eine andere wichtige Reduktion betrifft die Aberration und die Lichtzeit; wie diese Erscheinungen bei Bahnbestimmungen und bei der Berechnung der „scheinbaren" Örter von Körpern des Sonnensystems berücksichtigt werden müssen oder können, wird mit großer Klarheit vom Verf. aus einander gesetzt, da gerade in diesem Punkte leicht Irrtümer begangen werden. Endlich wird noch gezeigt, wie die Parallaxe in Rechnung gestellt wird, wenn die Entfernung des Himmelskörpers bekannt ist und wenn sie nicht bekannt ist.

Im zweiten Teile wird die heliozentrische Bewegung betrachtet, beginnend mit der Anführung der wichtigsten Sätze aus der Geometrie der Kegelschnitte (Polargleichung derselben S. 123). Dann werden aus dem Schweregesetz die zwei ersten Keplerschen Gesetze gefolgert, wobei auch die wichtige, die Kegelschnittart bestimmende Gleichung für die Geschwindigkeit eines Planeten, Kometen usw. im gegebenen Abstand von der Sonne (S. 130) aufgestellt wird. Die Bewegungen in den drei verschiedenen Arten der Kegelschnitte werden nun im einzelnen behandelt. Für die Ellipse wird zunächst das ergänzte dritte Gesetz Keplers angeführt, hierauf werden die gegenseitigen Beziehungen zwischen wahrer, scheinbarer und mittlerer Anomalie analytisch und an Beispielen rechnerisch verwertet. Sollen die Elemente einer Ellipse ermittelt werden, so müssen drei Punkte derselben gegeben sein; es handelt sich also jetzt darum, die Beziehungen zwischen mehreren Punkten einer Ellipse und den Elementen kennen zu lernen. Das hierbei eine große Rolle spielende Verhältnis von Sektor zum zugehörenden Dreieck wird nach den Methoden von Gauss, Encke und Hansen zur analytischen Darstellung gebracht. Im Anschluß daran wird auch der besonders bei Kometenrechnungen oft gebrauchte Lambertsche Satz abgeleitet. Ferner werden die von verschiedenen Autoren stammenden Reihenausdrücke für die Verhältnisse der Dreiecksflächen mitgeteilt und begründet. Die Bewegungen in der Parabel und in der Hyperbel unterscheiden sich natürlich nur formell von der in der Ellipse. Die zur direkten Berechnung der parabolischen Anomalie aus Zeit und Parameter verwendbaren einfachen Formeln sind ebenfalls gegeben; im allgemeinen wird man sich die Rechnung durch den Gebrauch der Barkerschen oder der viel kürzeren Bauschingerschen Tafel erleichtern. Die Gleichungen für die bei den Kometen so oft vorkommenden parabelnahen Bahnen sind in einem besonderen Abschnitt aus den allgemeinen Gleichungen abgeleitet. Völlig bestimmt wird eine Bahn durch die Kenntnis der Lage ihrer Ebene gegen die Ekliptik; die diese Bahnlage ausdrückenden Formeln sind im letzten Abschnitt des zweiten Teiles niedergelegt.

Im dritten Teile werden die Beziehungen des Planetenortes und der Planetenbewegung zum Erdort und zur Erdbewegung gelehrt, also zuerst die Verbindung eines heliozentrischen Planetenortes mit dem gleichzeitigen Erdort zu einem geozentrischen Planetenort (Ephemeridenrechnung). Dabei werden auch die Formeln angeführt, mittels deren man entscheiden kann, ob eine gegebene Planetenposition in eine gegebene Bahn paßt, wie auch die einfachen Formeln, um aus der Bewegung eines solchen Körpers zwischen zwei solchen Positionen ungefähr die Bahnlage bestimmen zu können, Aufgaben, die zwecks Identifizierung vermeintlich neuer Gestirne mit altbekannten dem Rechner sehr häufig gestellt werden. Der wichtigste Abschnitt dieses Teiles betrifft den Lambertschen Satz von der Krümmung der scheinbaren Bahn in ihrer Abhängigkeit vom Sonnenabstand des betreffenden Körpers (S. 230), ein Satz, auf den nach scharfer Formulierung Bruns eine besondere Methode der Bahnbestimmung gegründet hat. Dann werden noch die Eigentümlichkeiten der scheinbaren Bahnen, Recht- und Rückläufigkeit, Stillstände, Doppelpunkte und Schleifen betrachtet, ferner werden die Formeln für die Berechnung des Zodiakus einer Bahn gegeben nebst Beispiel, das einstens A. Winnecke für den Planetoiden (31) Euphrosyne veröffentlicht hat.

Die bisher behandelten Beziehungen zwischen den Örtern und Bewegungen der Planeten usw. zu denen der Erde gestatten die Berechnung der Bahnen jener Körper. Der vierte Teil dieses Buches behandelt die ersten Bahnbestimmungen. Die Bedingung, daß die Bahnen Ebenen sein müssen, liefert verhältnismäßig einfache Gleichungen zwischen den Entfernungen von der Erde. Am bequemsten ist die Rechnung aus drei Orten nach der von Gauss stammenden und von Encke vereinfachten Form, die ausführlich abgeleitet und an einem Beispiel (Planet 534) veranschaulicht wird. Auch die Hansensche Form nebst Beispiel (Planet Eros) wird behandelt. Die für einzelne Teile der Rechnung von W. Fabritius und J. Gibbs vorgeschlagenen Änderungen sind gleichfalls angeführt. Eingehender wird die E. Weißsche Methode dargelegt, bei der die Grundgleichungen durch symmetrische Form sich auszeichnen, was in der Regel von Vorteil für die numerische Rechnung ist. Am periodischen Kometen Brooks (1889 V) zeigt der Verf. die Anwendung eines Verfahrens der Bahnberechnung, das man einschlagen kann, wenn man schon aus einer vorangehenden Berechnung die Bahn annähernd kennt. Ein weiteres Mittel eine bessere Bahn zu finden, die empirische Variation der zu zwei Beobachtungsorten gehörenden geozentrischen Distanzen, wird auf den Planeten (482) angewandt. Diese Methode kann aber ganz irreführen, wenn jene Beobachtungen nicht genau sind. Überhaupt hängt die Sicherheit der Bahnbestimmung, wie Verf. weiterhin erörtert, viel von einer guten Auswahl der Beobachtungen ab — vorausgesetzt, daß dem Rechner überhaupt genug Beobachtungen zur Verfügung stehen, daß er wählen kann! Daß ausnahmsweise drei Beobachtungen durch mehr als eine Bahn dargestellt werden können (abgesehen von der Erdbahn, die mit geozentrischen Distanzen = 0 aus beliebigen Beobachtungen herauskommt), wird analytisch und graphisch dargetan.

Der nicht seltene Fall, daß drei Planetenörter nahe in einem größten Kreise liegen und der andere, daß der Planet nahe der Ekliptik entlang läuft, machen die Bahnbestimmung aus vier Orten nötig wegen der Unsicherheit der Berechnung aus drei Beobachtungen. Formeln nebst Beispiel (Planet 468) werden gegeben, es wird aber mit Recht bemerkt, daß man diese Methoden für stärker exzentrische Bahnen nie anwenden sollte, da sie dann bloß einen unverhältnismäßig großen Zeitaufwand beanspruchen und doch nicht mehr leisten als die Methoden aus drei Beobachtungen. Auf den Lambertschen Satz gegründete Methoden von Glauser, Laplace, Bruns werden kurz auseinandergesetzt, ebenso wird eine Methode angeführt, wie man aus den Koordinaten eines Ortes (geozentrische Entfernung einschließlich) und deren durch meist sehr umständliche Interpolation aus einer Reihe von Beobachtungen erhaltenen Änderungen die Elemente finden kann.

Die erste Berechnung einer parabolischen Bahn wird nach der Lambert-Olbersschen, durch Gauss und Encke bequemer gestalteten Methode gelehrt; ein Beispiel dazu ist für den Kometen 1896 IV gerechnet. Auch die Rechnung der „Annäherungen" mittels Differentialformeln statt der Versuche mit der regula falsi wird angeführt. Wie man Resultate einer ersten Rechnung bei einer genaueren Wiederholung der Bahnbestimmung verwenden kann, zeigt ein Beispiel am Kometen 1896 I. Daran schließt sich die Methode der Rechnung im „Ausnahmefall", wenn die drei Kometenorte mit dem mittleren Erdort in denselben größten Kreis fallen, was bei Rechnungen aus wenigen Tagen Zwischenzeit oft genug vorkommt. Endlich werden noch die Bestimmungen parabelnaher Ellipsen oder Hyperbeln und von Kreisbahnen behandelt und eine kurze Geschichte der Bahnbestimmungen gegeben.

Der fünfte Teil, „die Bahnverbesserung", behandelt zunächst die Ausgleichung von Beobachtungen und die Auflösung von Bedingungsgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate mit ausführlich gerechnetem Beispiel für die Aufstellung der Normalgleichungen und ihrer Auflösung unter gleichzeitiger Bestimmung der Gewichte der einzelnen Unbekannten. Daran schließt sich die Darstellung der Methoden differentieller Verbesserung der Bahnelemente nach Schönfeld und in einer zweiten Form, in der die Zahl der Unbekannten in der einen entsprechend gewählten Koordinate um zwei vermindert ist, während die anderen vier Unbekannten auf die zweite Koordinate nur mit sehr kleinen Koeffizienten einwirken. Differentielle Methoden der Verbesserung von Parabeln bzw. parabelähnlichen Ellipsen werden in mehreren Formen auseinandergesetzt, und zum Schluß wird noch eine vom Verf. selbst ausgearbeitete Methode angeführt, die Elemente durch Variation zweier Distanzen und der zu diesen gehörenden vier Beobachtungskoordinaten differentiell zu verbessern. Als Beispiel ist der Planet (434) Hungaria gewählt, allerdings mit der die Rechnung bedeutend vereinfachenden Annahme, daß die zwei zugrunde gelegten Orte völlig richtig seien, daß also statt sechs nur zwei Unbekannte zu bestimmen sind. Die Zusatzbemerkung, daß hierbei eine mehr als genügende Übereinstimmung erzielt ist, gilt auch sonst für differentielle Bahnverbesserungen, wenn die Beobachtungen nur einen kleinen Teil der ganzen Bahn umfassen und wenig zahlreich sind. Die scheinbar ausgezeichneten Bahnelemente erweisen sich nämlich fast stets, wenn der Planet später an anderer Stelle der Bahn wieder gefunden wird, als weit weniger genau, als die frühere gute Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung hat annehmen lassen. Deshalb sind oft Näherungsmethoden und sogar Schätzungen, die rasch ausgeführt sind, mit Rücksicht auf die große Zeitersparnis den strengen Methoden in praxi vorzuziehen.

Die durch erste Berechnung und Verbesserung ermittelten Bahnelemente genügen niemals lange zur strengen Angabe eines Planeten- oder Kometenortes, weil sie sich infolge der Störungen fortwährend ändern. Im sechsten Teile wird nach Erklärung der mechanischen Quadratur und Ableitung der Formeln für die dabei auftretenden einfachen und Doppelintegrale die Theorie der speziellen Störungen eingehend abgehandelt, und zwar als erste Methode die der „Variation der Konstanten". Wegen formeller Unterschiede werden die Störungen planetarischer Ellipsen (mit Beispiel) und die von Kometenbahnen getrennt erledigt. Dann werden auch die Hilfsmittel zur Wahrung voller Genauigkeit bei kreisähnlichen und bei schwach geneigten Bahnen angegeben und zum Schluß noch Umformungen für Hyperbeln vorgenommen. Die zweite Methode, die der „speziellen Störungen in Polarkoordinaten", wird vom Verf. nur für gewisse Fälle empfohlen; die Formeln für die Störungen und für den Übergang auf neue Elemente werden ausführlich abgeleitet und zusammengestellt. Dann wird noch die dritte, jetzt nur noch für kurze Zeiträume angewandte Methode der „Störungen der rechtwinkligen Koordinaten" entwickelt und ein Beispiel dazu gerechnet. Für die Kometen besonders wichtig sind noch zwei Methoden; die eine betrifft die Störungen, die ein solcher Körper bei ganz dichtem Vorübergang an einem großen Planeten (Jupiter) erleidet, die andere zeigt eine bedeutende Abkürzung der Rechnung, wenn man die Bahn eines vom störenden Planeten weit entfernten Kometen auf den Schwerpunkt Sonne-störender Planet bezieht statt auf den Sonnenmittelpunkt. Auch die Vorschriften für die Berechnung dieser Elementenänderung werden mitgeteilt. Als Resultat der gesamten bisherigen Theorie wird noch kurz die Ableitung einer definitiven Bahn besprochen.

Nunmehr geht Verf. über zur Ermittelung der Bahnen von Meteoren und Meteorschwärmen aus dem als bekannt angesehenen Radianten bei hypothetisch angenommener oder aus Periodizitäten abgeleiteter Geschwindigkeit. Ferner führt er die Gallesche Methode der Flugbahnberechnung von Feuerkugeln kurz an.

Der Bestimmung von Satellitenbahnen ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Formeln eignen sich besonders für die Fälle bekannter Umlaufszeit, mäßiger Exzentrizität, kleiner Neigung gegen bekannte Ebenen, wobei zugleich der Nutzen graphischer Methoden für erste Bestimmungen von Trabantenbahnen hervorgehoben wird. Auch Differentialformeln für die Bahnverbesserung werden entwickelt.

Der letzte Abschnitt gilt dem interessanten, schon so vielseitig behandelten Problem der Bestimmung von Doppelsternbahnen, die leider wegen der den Beobachtungen naturgemäß anhaftenden Ungenauigkeit den Rechner selten befriedigt. Nach Anführung allgemeiner Sätze über die Bewegungen bei Doppelsternen und Darlegung der geometrischen Beziehungen zwischen scheinbarer und wahrer Bahnellipse werden die graphischen Methoden von Zwiers und Klinkerfues, sowie die analytische Methode (die Koeffizienten der Ellipsengleichung werden durch die Bahnelemente ausgedrückt) nach Seeliger erläutert. Auch die differentielle Verbesserung einer Doppelsternbahn wird kurz behandelt. Ferner wird gezeigt, wie sich aus einer veränderlichen Eigenbewegung die Bahn des betreffenden Sternes um den Schwerpunkt des Systems berechnen läßt. Für spektroskopische Doppelsterne werden die Methoden von Lehmann-Filhés und von Schwarzschild angeführt, und zum Schluß werden noch einige Arbeiten über Berechnung einer Bahn eines Algolveränderlichen aus der Lichtkurve genannt.

Aus der vorstehenden Inhaltsangabe, deren Ausführlichkeit durch die hohe Bedeutung des neuen Werkes über Bahnbestimmung von Himmelskörpern gerechtfertigt sein dürfte, vermag der Leser zu erkennen, daß der Studierende wie der praktische Rechner sich aus dem Buche über fast alle vorkommenden Fälle Belehrung und Rat holen kann. Die allgemeinen Störungen sind freilich unberücksichtigt geblieben, indes mit Absicht, weil sie nicht direkt in Beziehung stehen zur Bahnbestimmung selbst, sondern gewissermaßen nur die fernere Zukunft eines berechneten Planeten sichern sollen und dies nur annähernd. Für die Dauer einiger Umläufe eines Planeten um die Sonne, die man etwa durch eine „definitive Bahnbestimmung" verbinden will, erreicht man durch scharfe Berechnung spezieller Störungen eine weit höhere Genauigkeit als bei gleichem Zeitaufwand durch Berechnung allgemeiner Störungen. Noch ist zu bemerken, daß zum vorliegenden Werke als Ergänzung die vor einigen Jahren erschienene Tafelsammlung desselben Verf. gehört, auf die vom Verf. auch vielfach verwiesen worden ist (siehe oben Fußnote)

A. Berberich.

Hermann Schubert: Auslese aus meiner Unterrichts- und Vorlesungspraxis. Zwei Bände. 239 u. 218 S. 8°. (Leipzig 1905, G. J. Göschen.)

Der erste Band zerfällt in zehn Abschnitte: I. Elementare Berechnung der Logarithmen auf der untersten Stufe (Untersekunda.) II. Die Siebzehnteilung des Kreises. III. Die Kreisteilungsgleichungen. IV. Die Zahl der von zwei Planspiegeln entworfenen Bilder. V. Volumen des Obelisken aus Höhe und zwei oder drei beliebig gelegten Parallelschnitten. VI. Über eine beim Aufbau des absoluten Maßsystems begangene Inkonsequenz. VII. Elementare Ableitung sehr enger Grenzen für die Schwingungszeit eines mathematischen Pendels. VIII. Die Konstantenzahl eines Polyeders und der Eulersche Lehrsatz. IX. Einführung in die neuere Geometrie. X. Kreise und Kugeln. — Der zweite Band umfaßt nur drei Abschnitte, von denen die beiden ersten aber größere wissenschaft-