

19.4.1928

Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

HERAUSGEgeben von
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 16 (SEITE 269—284)

20. APRIL 1928

16. JAHRGANG

INHALT:

Fünfzig Jahre ballistischer Forschung. Carl Cranz
zum siebzigsten Geburtstage am 2. Januar 1928.
Von VIKTOR V. NIESIOLOWSKI-GAWIN, Mödling
b. Wien 269

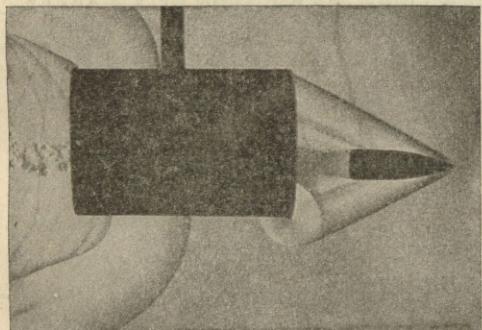
BESPRECHUNGEN:

STENSIÖ, ERIK, A: SON, The Downtonian and
Devonian Vertebrates of Spitzbergen. (Ref.:
W. O. Dietrich, Berlin) 280

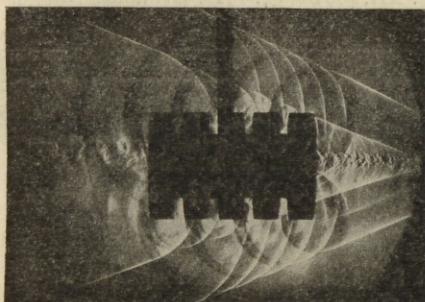
PFEFFER, GEORG, Die Frage der Grenzbestim-
mung zwischen Kreide und Tertiär in zooge-

graphischer Betrachtung. (Ref.: W. O. Diet-
rich, Berlin) 281
KRONACHER, C., Allgemeine Tierzucht. (Ref.:
E. Mangold, Berlin) 282
Brehms Tierleben in einem Band. (Autoreferat) 282

BOTANISCHE MITTEILUNGEN: Die Induktion von
Mitosen auf Entfernung. Zur Waldgeschichte
Frankreichs. Über intracelluläre Symbiose bei
holzfressenden Käferlarven. Naphthalin als
Kohlenstoffquelle für Bakterien 282



Schuß durch ein beiderseits offenes Rohr hindurch.



Mit dem S-Geschoß wurde durch eine wagrechte, beider-
seits offene und oben und unten mit Löchern versehene
Röhre in axialer Richtung hindurchgeschossen. Teil-
wellen sind aus den Löchern des Rohres hervorgetreten
und haben durch ihre Einhüllenden die Kopfwelle und
die Schwanzwelle gebildet.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER
IN BERLIN W 9

A u s d e m z w e i t e n B a n d
d e s

Lehrbuch der Ballistik

Von

Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. C. Cranz

Geh. Reg.-Rat und o. Professor
an der Technischen Hochschule Berlin

*

I n d r e i B ä n d e n

*

Ausführliche Anzeige siehe nächste Seite!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 9.— Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1.— zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{4}$ Seite RM 150.—; Millimeter-Zeile RM 0.35. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53 und 6326—28

sowie Amt Nollendorf 755—57

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Lehrbuch der Ballistik

Von

Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. **C. Cranz**

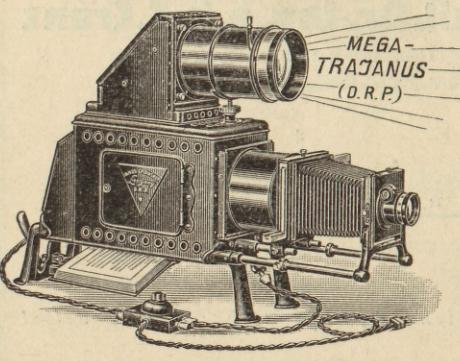
Geh. Reg.-Rat und o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin

In drei Bänden

Erster Band: **Äußere Ballistik** oder Theorie der Bewegung des Geschosses von der Mündung der Waffe ab bis zum Eindringen in das Ziel. In fünfter Auflage herausgegeben von Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. **C. Cranz**, Geh. Reg.-Rat und o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Unter Mitwirkung von Professor O. von Eberhard und Major Dr. K. Becker, Referent bei der Inspektion für Waffen und Gerät in Berlin. Mit 152 Textabbildungen und einem Anhang, Tabellen und Diagramme. XX, 712 Seiten. 1925. Gebunden RM 57.—

Zweiter Band: **Innere Ballistik.** Die Bewegung des Geschosses durch das Rohr und ihre Begleiterscheinungen. Herausgegeben von Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. **C. Cranz**, Geh. Reg.-Rat und o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Unter Mitwirkung von Professor Dr. O. Poppenberg und Professor O. von Eberhard. Mit 57 Abbildungen im Text und 35 Abbildungen im Anhang. X, 454 Seiten. 1926. Gebunden RM 59.—

Dritter Band: **Experimentelle Ballistik** oder Lehre von den ballistischen Messungs-, Beobachtungs- und Registrier-Methoden. In zweiter Auflage herausgegeben von Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. **C. Cranz**, Geh. Reg.-Rat und o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Unter Mitwirkung von Professor O. von Eberhard und Oberstleutnant Dr.-Ing. K. Becker, Abteilungsleiter im Waffenamt-Prüfwesen in Berlin. Mit 138 Abbildungen im Text und 56 Abbildungen im Anhang. XIII, 408 Seiten. 1927. Gebunden RM 59.—



Mega-Trajanus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044 und Ausland-Patente)

Dieser neue Bildwerfer wird mit Episkop-Objektiven

von 150 mm Linsen-Durchmesser
und 60 bzw. 75 cm Brennweite
geliefert. Er gestattet lichtstarke Projektionen

von Papier- u. Glasbildern
auf 12 bis 15 m Entfernung

Auf Grund bisher gemachter Erfahrungen für größere Hörsäle
bzw. bei Aufstellung im Rücken der Zuhörer bestens geeignet

Ed. Liesegang, Düsseldorf Postfächer 124 und 164

Liste und Angebot kostenlos!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang

20. April 1928

Heft 16

Fünfzig Jahre ballistischer Forschung.

Carl Cranz zum siebzigsten Geburtstage am 2. Januar 1928¹.

Von VIKTOR V. NIESIOLOWSKI-GAWIN, Mödling b. Wien.

Eine ganze Reihe von Schaffensgebieten verdankt zunehmendem Eindringen der Methoden mathematisch-naturwissenschaftlicher Forschung höhere Entwicklung. Der alte Wahlspruch LEONARDO DA VINCIS „Die Theorie ist der Feldherr, die Praxis sind die Soldaten“ bewahrheitet sich immer mehr. Die von ERNST MACH besonders treffend gekennzeichnete innige Wechselwirkung zwischen wissenschaftlicher Forschung und Technik² tritt in greifbaren Auswirkungen immer lebhafter in Erscheinung. Sinnfällige Beispiele dafür sind das Zeißwerk in Jena, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Berlin, die deutsche Industrie, besonders die chemische, die zahlreichen Forschungsinstitute der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften in Deutschland³ und viele andere in Österreich, Frankreich, England, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Japan.

Ganz eigenartig spielte sich diese Wechselwirkung in der dem wissenschaftlichen Tagesgetriebe mehr entrückten *Ballistik* ab. Ursprünglich ein rein praktischer Wissenschaftsweig, begann sie wissenschaftlichen Charakter erst anzunehmen, als sie die grundlegenden Entdeckungen der Fallgesetze, des Verlaufes der Wurfbewegung und des Luftwiderstandes durch GALILEI, NEWTON, BERNOULLI, D'ALEMBERT, EULER u. a., für die Erhöhung der Treffsicherheit des Schießens nutzbar zu machen anfing. Später, als seit allgemeiner Einführung der Hinterlader, auch die Fortschritte der Waffentechnik das beschleunigte Tempo der Entwicklung aller anderen Zweige der Technik einschlugen, zeigte sich in der Schießtechnik sehr häufig ein gewisses Mißtrauen der ballistischen Theorie gegenüber. Diese entnahm nämlich ihre Unterlagen zunächst der Schießplatzballistik, ohne daß diese noch jenen Grad von Zuverlässigkeit erreicht hätten, der die messende Beobachtung der physikalischen Wissenschaften auszeichnet. Man versteht daher, daß die so gewonnenen theoretischen Ergebnisse späteren, gesteigerten Anforderungen der Praxis nicht immer genügen konnten und sich bei den Artilleristen oft eine gewisse Geringschätzung der theoretischen Ballistik bemerkbar machte — ein Verhältnis zwischen Theorie und Praxis, wie es ja auch anderwärts oft

wahrzunehmen war und vielfach noch immer ist. Erst in neuester Zeit wurde das theoretische und experimentelle Rüstzeug der modernen physikalischen Forschung auch der Ballistik dienstbar gemacht und es ist bemerkenswert, daß diese neuen Bahnen der Entwicklung ihr fast ausschließlich durch einen Forscher gewiesen wurden, der ihr seine Lebensarbeit geweiht hat und der ganz kürzlich sein siebzigstes Lebensjahr in vollster geistiger und körperlicher Frische vollendete: CARL CRANZ.

Einer Pastorenfamilie entsprossen, wurde CRANZ am 2. Januar 1858 zu Hohebach in Württemberg geboren. Er sollte dem geistlichen Berufe seines Vaters folgen und begann i. J. 1877 in Tübingen Theologie zu studieren. Bald vertauschte er aber die theologische mit der philosophischen Fakultät und widmete sich mit großem Eifer dem Studium der Mathematik und Physik, zunächst in Tübingen, dann in Berlin und an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Schon damals erregten die Erscheinungen beim Schießen sein lebhaftestes Interesse und er promovierte i. J. 1883 in Tübingen mit der Abhandlung „Theoretische Untersuchungen über die regelmäßige Abweichung der Geschosse und die vorteilhafteste Gestalt der Züge“ (1)¹. Im Jahre 1884 habilitierte sich CRANZ als Privatdozent für Mathematik und Mechanik an der Technischen Hochschule in Stuttgart, wo er bis 1893 eine Assistenten- und Hilfslehrerstelle bekleidete. Zugleich wurde er daselbst 1891 Professor der Physik und Chemie an der Friedrich Eugen-Realschule und ordentliches Mitglied der Zentralstelle für Gewerbe und Handel. Trotz großer beruflicher Inanspruchnahme, auch auf versicherungstechnischem Gebiet, entfaltete CRANZ eine vielseitige wissenschaftliche Tätigkeit, die mathematische, ballistische, physikalische und geophysikalische Probleme umfaßte. Er beschäftigte sich mit der Theorie der Flächenkrümmung (3, 4), mit Studien über Geometrie (6), mehrdimensionale Räume (9, 12), den Unendlichkeitsbegriff und seine Anwendungen (13), mit der Strömung der Elektrizität in Leitern (8) und Strömungerscheinungen des Grundwassers, die er funktionentheoretisch untersuchte (7, 10). Den Anforderungen des Unterrichtes trug CRANZ durch Herausgabe einer Aufgabensammlung aus der theoretischen Mechanik Rechnung (11, 23), die, gemeinsam mit von ZECH, später mit O. VON EBERHARD verfaßt, viel Anklang und große Verbreitung in mehreren Auflagen fand.

¹ Die eingeklammerten Ziffern beziehen sich auf das unten folgende Verzeichnis der Veröffentlichungen.

¹ Das Erscheinen dieses für Heft 1 vom 6. Januar 1928 geplanten Aufsatzes hat sich infolge unvorhergesehener Hindernisse verzögert.

² ERNST MACH, Die Prinzipien der Wärmelehre, 4. Aufl. Leipzig: Barth 1923. Kap. „Die Wege der Forschung“, 6.

³ Die Naturwissenschaften 15, 649. 1927.

Sein Hauptinteresse gehörte aber der Ballistik. Als echter Experimentalphysiker, sucht er ihren Problemen durch eigene Schießversuche näherzukommen, die er, damals ganz auf sich selbst angewiesen, u. a. in einem Keller der Stuttgarter Realschule und gelegentlich auf dem Schießplatz der Mauserschen Gewehrfabrik in Oberndorf anstellt. Zwei größeren Arbeiten über die Geschoßbewegung (2) und die Gewehrballistik (5), folgen tief schürfende Bestrebungen zur Gewinnung eines Überblickes der gesamten Ballistik, wovon zunächst 1896 das „Compendium der theoretischen äußeren Ballistik“ (14) rühmliches Zeugnis ablegt. Darin hat CRANZ die oben angedeutete Entwicklungsstufe der Ballistik, an Hand eines sehr wertvollen geschichtlichen Abrisses, in besonders glücklicher Weise zur Darstellung gebracht und gleichzeitig eine ganze Reihe eigener Untersuchungen veröffentlicht, worunter jene über die Kreiselbewegungen rotierender Langgeschosse und ihren Einfluß auf die Näherungslösungen des ballistischen Problems, Vorschläge zur Berechnung neuer, mehr empirischer, ballistischer Tafeln und die Angabe einfacher graphischer Verfahren zur Konstruktion der ballistischen Kurve, besonders bemerkenswert sind. Während bis dahin „manche Werke und Abhandlungen — zumeist wohl unabsichtlich — in einer Form abgefaßt wurden, als ob sich niemals Männer wie BERNOULLI, EULER, PONCELET, POISSON, JACOBI, MAGNUS, KUMMER usw. mit Ballistik beschäftigt hätten“ hebt CRANZ seinen Gegenstand im „Compendium“ auf die ihm zukommende wissenschaftliche Höhe und läßt ihm volle kritische Strenge, bei größter Klarheit und Übersichtlichkeit der Darstellung angedeihen, in der ausgesprochenen Absicht, ihn auch den Schießtechnikern in einwandfreier wissenschaftlicher Form näher zu bringen. Dies ist ihm, wie am besten die vielen späteren Auflagen bezeugen, meisterhaft gelungen. Er hatte damit ein richtunggebendes Werk der neueren Ballistik geschaffen. Für das Wesen und die Denkweise des Verfassers ist kennzeichnend, daß er es „der königl. Realanstalt in Stuttgart zur Feier ihres hundertjährigen Bestehens“ widmete.

Bald darauf (1897—1898) gibt CRANZ eine eingehendere Darstellung seiner einschlägigen Untersuchungen über die konstanten Geschoßabweichungen (15), die graphischen Methoden der Ballistik (16), und besonders der Kreiselbewegungen rotierender Langgeschosse (17). In der letztgenannten Abhandlung, deren Gegenstand zu den schwierigsten Problemen der Mechanik und Ballistik zählt, zeigt sich die Eigenart der CRANZschen Forschungsmethode in vollstem Lichte. Die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen der Geschoßbewegung an Hand der Kreiseltheorie, werden durch Schießversuche mit verlangsamten Gewehrsgeschosse und mit einem selbstgebauten, gezogenen 8 cm-Mörsermodell an hölzernen Geschosse geprüft, die durch Anwendung sehr kleiner Ladungen von Schießbaumwolle (0,5—2,0 g) so kleine Anfangsgeschwindigkeiten erhielten (rund

20—30 m/sec), daß man ihre Bewegung, bei einer Schußweite von etwa 50 m, mit freiem Auge bequem verfolgen konnte. CRANZ gelang es auf diese Weise die bestehenden Meinungsverschiedenheiten und Widersprüche auf diesem Gebiet weitgehend zu klären und die Relativbewegung der Geschoßspitze bezüglich des Geschoßschwerpunktes in sehr vollständiger und klarer Weise eingehend zu beschreiben. Er konnte so zum erstenmal einwandfrei nachweisen, daß die wahrnehmbaren Geschoßpendelungen zumeist Nutationsbewegungen, nur selten hingegen Präzessionsbewegungen sind und zeigen, daß es nutationslose Präzessionsbewegungen und präzessionslose Nutationsbewegungen gibt.

CRANZ wandte sich nun dem Studium sehr rasch verlaufender ballistischer Erscheinungen zu. ERNST MACH hatte für ähnliche Aufgaben schon i. J. 1873 das Licht des äußerst kurz andauernden elektrischen Funkens ins Auge gefaßt und seit 1884, später mit seinem Sohne LUDWIG, zu photographischen Aufnahmen fliegender Geschosse herangezogen. CRANZ erkannte in der von diesen beiden Forschern ausgebildeten *elektrischen Momentphotographie* ein grundlegendes Forschungsmittel der experimentellen Ballistik, um neue Tatsachen festzustellen und die wahre Ursache früher mangelhaft beschriebener Erscheinungen aufzudecken.

Zunächst führte er, gemeinsam mit K. R. KOCH die *photographische Aufzeichnung von Gewehrlaufschwingungen beim Schuß* durch (18). Am zu untersuchenden Laufpunkt wird ein Drahtstückchen mit Klebwachs befestigt und davon ein scharfes Schattenbild auf einer photographischen Platte erzeugt, die man beim Schuß, senkrecht zur Schwingungsrichtung, rasch fortzieht. Hierdurch erscheint auf der photographischen Platte die Schwingungs-(Wegzeit-) kurve des betreffenden Punktes, die mit Hilfe der gleichzeitig mitphotographierten Sinuslinie einer geeichten Stimmgabel, ausgemessen werden kann. Durch Untersuchung der Horizontal- und Vertikalschwingungen fanden CRANZ und KOCH, daß der Gewehrlauf, wie ein an einem Ende eingespannter Stab, im allgemeinen elliptische Querschwingungen ausführt.

Die sog. *Explosionswirkungen kleinkalibriger Infanteriegeschosse* klärt CRANZ und KOCH mit Hilfe des MACHSchen Verfahrens auf (19). Das den zu untersuchenden Körper durchdringende Geschoß wurde in einer bestimmten Bewegungsphase mittels eines von ihm selbst ausgelösten elektrischen Funkens momentan beleuchtet (Größenordnung der Belichtungsdauer $1 \cdot 10^{-6}$ sec) und photographiert. Eine Reihe solcher Aufnahmen zeitlich benachbarter Phasen verschiedener, doch unter sich vollkommen gleicher Versuchskörper, legte den Verlauf des Explosionsvorganges mit jeder gewünschten Genauigkeit klar. Die bis dahin sehr unklaren Anschauungen und mehr oder minder gekünstelten Theorien wurden so durch einwandfreie Aufdeckung des tatsächlichen Verlaufes der Erscheinungen vollständig geklärt. Die Ursache der sog. Explosionswirkung ist hiernach die unmittel-

bare Übertragung der Bewegungsenergie des Geschosses auf die Teile des getroffenen Körpers, die je nach ihrer stofflichen Eigenart (größere oder kleinere Kohäsion) verschiedenes Verhalten zeigen.

Diese wissenschaftliche Feststellung drang jedoch nur langsam in weitere, daran interessierte Kreise, so daß man selbst während des Weltkrieges und auch später noch (z. B. gelegentlich der Unterdrückung des Straßenaufzugs vom 15. Juli 1927 in Wien durch die Sicherheitswache) die abenteuerlichsten Beschuldigungen über die Verwendung von Dum-Dum-Geschossen hören konnte, genau so wie im deutsch-französischen Krieg 1870/71 über die Verwendung von Explosivgeschossen. CRANZ nahm wiederholt Gelegenheit, solchen unbegründeten Behauptungen entgegenzutreten und unternahm u. a. i. J. 1912 eine Reihe sehr lehrreicher Versuche (40), um die Unrichtigkeit der von H. LEHMANN geäußerten Anschauungen über das Zustandekommen der sog. Explosionswirkung durch die Wirkung der MACHschen Kopfwelle des Geschosses darzutun, während gerade ERNST MACH es war, der die Kopfwelle als rein akustische Erscheinung erkannt und experimentell als solche aufgezeigt hatte. CRANZ verstand dies in der genannten schönen Versuchsreihe, durch ein rein mechanisches Verfahren, ohne Anwendung elektrischer Momentphotographie, besonders augenfällig zu machen.

Das MACHsche Verfahren der elektrischen Momentphotographie, wendete CRANZ nun auch auf die *Untersuchung von Schußwaffen* an (20) und klärte damit eine Reihe wichtiger ballistischer Fragen, wie das Verhalten des Verschlußmechanismus von Selbstladewaffen während des Schusses, seine Abdichtung des Laufes, das Ausströmen von Pulvergasen vor und hinter dem Geschoß und manches anderes.

Als Mitarbeiter der seit 1898 erscheinenden „Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen“ berufen, fand CRANZ Gelegenheit in einem ausgezeichneten *Referat über Ballistik* (21) des Bandes „Mechanik“ einen Überblick des damaligen Standes seiner Wissenschaft zu geben (1903). Die inzwischen gesammelten Erfahrungen und gewonnenen Einsichten ermöglichten die Gewinnung eines Urteils über die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der erzielten Ergebnisse und über die im Vordergrund des Interesses stehenden noch unerledigten Aufgaben der Ballistik. Die kritische Grundrichtung seines „Compendiums“ beherrschte auch diese lichtvolle Darstellung, in der CRANZ überall nachdrücklichst betonte, daß in der gesamten Ballistik der *systematische Versuch* mit sachgemäßer Angabe der Fehler in Hinkunft die *führende Rolle* übernehmen müsse, um durch strenge Gründung der Rechnung auf die *messende Beobachtung* das Erreichen des Endziels der Ballistik immer mehr zu erleichtern. Als solches erscheint CRANZ, Größe des Gasdruckes, Ort, Stellung und Geschwindigkeit des Geschosses zu irgendeiner Zeit, auf Grund der Kenntnis der Konstanten des Geschützes oder Gewehres, des

Geschosses und des Pulvers, sowie der meteorologischen Elemente, bis auf einen wahrscheinlichen Fehler vorausberechnen zu können, der kleiner ist, als der in irgendeinem praktisch gegebenen Fall zulässige wahrscheinliche Beobachtungsfehler.

Zur systematischen Aufnahme der Arbeit an der Durchführung dieses Programmes fand CRANZ alsbald unverhofft günstige Gelegenheit durch seine Berufung zur Übernahme der *Lehrkanzel für Ballistik* an der neugegründeten *Militärtechnischen Akademie*.

Die Erkenntnis der Bedeutung der eingangs angedeuteten Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Technik für die Kriegstechnik, mag die damalige deutsche Heeresleitung veranlaßt haben, den kriegstechnischen Wissenschaften besondere Pflege in einer, kriegstechnischen Hochschule anzudeihen zu lassen, die als „Militärtechnische Akademie“ am 1. Oktober 1903 in Berlin-Charlottenburg eröffnet wurde. In voller Wertschätzung seiner fachlichen Leistungen hatte die weitblickende Unterrichtsleitung des damaligen preußischen Kriegsministeriums CRANZ mit dem Entwurf und der Leitung eines *ballistischen Laboratoriums* betraut, das, mit dem *chemischen Laboratorium* (Prof. Dr. O. POPPENBERG), in einem für diesen Zweck neu errichteten Gebäude, nächst der i. J. 1816 gegründeten und 1907 mit der Militärtechnischen Akademie verschmolzenen „Vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule“ untergebracht wurde. Die durch tiefe Einsicht ausgezeichnete, hochsinnige Unterstützung des eigentlichen Begründers und ersten Direktors dieser militärischen Hochschule, Generals der Artillerie A. von KERSTING (1903—1912)¹ und die reichen zur Verfügung gestellten Mittel, setzten nun CRANZ in den Stand, für die Pflege aller Zweige der äußeren und der inneren Ballistik so vorzusorgen, wie etwa in einem modernen, mit allen Errungenschaften neuzeitlicher Technik ausgestatteten physikalischen Institut. Dazu kam noch eine mit dem Laboratoriumsgebäude verbundene, 60 m lange, 12 m breite, schußsicher eingedeckte Schießhalle, zur Vornahme aller Arten von Schießversuchen mit Gewehren und selbst mit leichterem Geschütz.

Damit fanden sich nun in glücklichster Weise die Voraussetzungen erfüllt, die es CRANZ ermöglichten, den messenden Versuch, im Sinne der Experimentalphysik, auf dem ganzen Gebiete der Ballistik systematisch zu entwickeln und zu pflegen, was ihm seit seiner Dissertation bei allen seinen Arbeiten in immer klareren Formen vorgeschwebt haben mag und wodurch er zum Begründer der „experimentellen Ballistik“ in streng wissenschaftlichem Sinn geworden ist.

An dieser idealen Arbeitsstätte war es CRANZ vergönnt, einen mustergültigen ballistischen Lehr-

¹ Verfasser des bemerkenswerten Artikels „Einfluß des Kriegswesens auf die Gesamtkultur“ in PAUL HINNEBERG, Die Kultur der Gegenwart, IV. Teil, Die Technischen Kulturgebiete. Bd. 12, Technik des Kriegswesens. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner, 1913.

und Forschungsbetrieb einzurichten und zu leiten und, in vorwiegend seminaristischer Lehrweise, eine Schar junger Ballistiker heranzubilden, darunter seine früheren Assistenten und späteren Mitarbeiter, Oberleutnant, dann Professor O. VON EBERHARD (Kruppwerke), den späteren Entdecker der ballistischen Grundlagen des *Fernschießens* mit schwerem Geschütz auf über 100 km, Oberstleutnant Dr. Ing. K. BECKER und Hauptmann SCHATTE, die sich um die experimentelle Ballistik und ihre Anwendungen durch zahlreiche eigene Arbeiten ganz besonders verdient gemacht haben.

CRANZ fand sich so in der beneidenswerten Lage, unbehindert durch äußere und materielle Schwierigkeiten, alle sich ihm aufdrängenden Fragen seines freigewählten Arbeitsgebietes mit aller Muße, in systematischer Arbeit durchzuforschen zu können und ihre Lösungsmethoden immer mehr zu vervollkommen.

Angeregt durch einen Vortrag von F. KÖTTER über die regelmäßigen Seitenabweichungen der Infanteriegeschosse bei aufgestecktem Seitengewehr (1903), faßte CRANZ seine älteren Untersuchungen über diesen Gegenstand (2) und die photographische Analyse der Laufschwingungen (18) nochmals zusammen (22).

Dann wandte sich CRANZ einer Reihe von Untersuchungen zu, die darauf hinzielten, zur Lösung des *innerballistischen Hauptproblems* beizutragen, das darin besteht, in einem bestimmten Fall den im Seelenraum des Rohres herrschenden Gasdruck, die Beschleunigung und Geschwindigkeit des Geschosses und die Temperatur der Pulvergase als Funktion der Zeit oder des Geschoßweges zu ermitteln.

Mit der Untersuchung der Verbrennungsdauer eines Pulvers beim Schuß (24) bereitete CRANZ einen grundlegenden Ansatz zur Lösung des innerballistischen Hauptproblems vor. Das weitere Verfolgen dieser Aufgabe ermöglichten Präzisionsversuche mit Hilfe von Versuchsbomben und photographischer Druckregistrierung von F. KRUPP (O. SCHMITZ), auf Grund welcher CRANZ ein Integrationsverfahren zur Lösung des innerballistischen Problems ausarbeitete (45) und später eine graphische Methode angab, die bequemer und genauer ist, als die bis dahin üblichen rechnerischen Verfahren (52).

Eine ganze Reihe innerballistischer Fragen ließen sich mit Hilfe des 1907 entworfenen (25) und 1909 vollständig ausgearbeiteten *Drehspiegelrücklaufmessers* für optisch-photographische Registrierung des Rücklaufweges (30) mit einer Genauigkeit beantworten, die jene aller einschlägigen älteren Methoden ganz wesentlich übertraf. Sie betrafen die Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses, den Mündungsgasdruck, den Höchstgasdruck sowie Ort und Zeit seines Eintretens, die Gesamtdauer der Geschoßbewegung im Lauf und die Geschwindigkeit des Geschosses beim Eintritt der maximalen beschleunigenden Kraft.

Hand in Hand mit dieser dynamischen Methode zur Bestimmung des Gasdruckes wendete CRANZ auch der Erforschung der statischen und halbstatischen Methoden zur Messung von Gasdrücken, besonders dem *Stauchungsverfahren*, seine Aufmerksamkeit zu. Sie wurden eingehend kritisch durchgearbeitet und vielfach vervollkommen, wovon namentlich eine seit 1913 im ballistischen Laboratorium verwendete, verbesserte Fallhammer-einrichtung Zeugnis ablegt, die sich zur Eichung der in den Stauchapparaten verwendeten Kupferzylinder als besonders geeignet erwies (60, 61).

Zur thermodynamischen Klärung der Vorgänge beim Schuß nahm CRANZ mit R. ROTHE Temperatur- und Wärmemessungen am Infanteriegewehr vor (27), die zum quantitativen Nachweis der an den Lauf abgegebenen Wärmemenge und zur Aufstellung einer genauen Energiebilanz des Schusses führten. Diese Arbeit wählte CRANZ als Thema eines Vortrages auf der Versammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft am 2. August 1913 in Berlin, wobei er zugleich eine durch besondere Klarheit ausgezeichnete allgemein verständliche Übersicht der Hauptaufgaben der inneren und zum Teil auch der äußeren Ballistik gab (44) und zeigte, inwieweit die Auffassung einer Schußwaffe als Gaskraftmaschine berechtigt sei.

Bei diesen grundlegenden Untersuchungen fand, außer der üblichen kalorimetrischen, noch eine neue, für diesen Fall besonders ausgebildete Methode Verwendung, bei der der Lauf selbst als elektrisches Widerstandsthermometer diente.

Die Vorgänge an der Mündung der Schußwaffe studierte CRANZ allein und später mit B. GLATZEL durch qualitative und quantitative Untersuchungen des Auströmens der Explosionsgase und von Druckluft mittels der elektrischen Momentphotographie von E. und L. MACH, wobei durch getreueste Wiedergabe aller Einzelheiten bemerkenswert schöne Photographien gewonnen wurden (46).

Uunausgesetzt widmete CRANZ seine Arbeitskraft auch den Aufgaben der äußeren Ballistik, zunächst dem *äußerballistischen Hauptproblem*, das die Berechnung der Flugbahnelemente umfaßt, und der Erforschung der dafür grundlegenden Erscheinungen des *Luftwiderstandes*.

Das durch die einsetzende Entwicklung der Luftschiffahrt aktuell gewordene Problem der Ballonabwehrgerüte regte CRANZ zum Studium der Berechnung *steiler Flugbahnen* an (31, 32), die er erstmalig durch wirkliche Ausführung der Integrationen der Hauptgleichung des äußerballistischen Problems erledigte (1909). In dem Bestreben, die Ergebnisse der Theorie auch dem praktischen Schießen, unter möglichst geringer Mühe und bei kleinstem Zeitaufwand, dienstbar zu machen, berechnete CRANZ hierfür besonders geeignete Zahlen- und Kurventafeln oder sog. „ballistische Abaken“ (35) und zeigte die Durchführbarkeit der Lösung für alle Anfangsgeschwindigkeiten und Abgangswinkel mit dem Kugelrollplanimeter oder

dem Integräphen von ABDANK-ABAKANOWICZ, bei hinreichender Genauigkeit.

Bei dieser Gelegenheit untersuchte CRANZ auch den *vertikalen Schuß nach aufwärts* und fand u. a., daß ein genau vertikal nach aufwärts abgefeuertes 8 mm S-Geschoß von 880 m/sec Anfangsgeschwindigkeit eine Steighöhe von 2550 m erreicht und nach 74 sec mit einer Auf treffgeschwindigkeit von nur 41 m/sec wieder herabfällt. Ein solches Geschoß wird also in den seltensten Fällen einen Mann töten können. Hierzu hat A. PREUSS eine ganze Reihe äußerst lehrreicher Versuche ausgeführt, die CRANZ einer eingehenden Würdigung unterzog (33).

Diese Arbeiten veranlaßten wiederholte Kritik der verschiedenen, im Laufe von etwa 70 Jahren vorgeschlagenen älteren (35) und neueren (54) Lösungsmethoden des Hauptproblems der äußeren Ballistik und führten CRANZ zur Ausarbeitung seiner *Methode der „Normalbahnen“*, um die Überprüfung der Genauigkeit jeder beliebigen Lösungsmethode einfach und rasch bewirken zu können. Es wurden 1909 sechs (35), 1912 (durch Dr. HERMANN CRANZ) weitere neun (60) derartige „Normalbahnen“ berechnet und für den gedachten Zweck in Tabellenform bereitgestellt.

Schließlich krönte CRANZ diese Untersuchungen durch erstmalige Berechnung einer Steilbahn (mit seinem Assistenten W. SCHMUNDT) mit *Berücksichtigung des Kreisel- und Magnuseffektes* (59), wobei er zeigte, daß diese bisher, ihrer schwierigen Erfassung wegen, unbeachtet gebliebenen Erscheinungen, bei der Flugbahnberechnung nicht vernachlässigt werden dürfen, da sie ausschlaggebend sind für das Zustandekommen der Seitenabweichungen rotierender Langgeschosse. Besonders bemerkenswert und kennzeichnend für die CRANZ-sche Art zu arbeiten sind die hierzu ausgeführten Schießversuche mit hölzernen Zylindern aus einer gezogenen Mannesmannröhre vom Dach eines Hauses.

Von grundlegendem Einfluß auf die Lösung des äußerballistischen Hauptproblems ist der *Luftwiderstand des Geschoßes*. Die Bemühungen der Ballistiker, diese höchst verwickelte Erscheinung als verzögernde Kraft der Geschoßbewegung rechnerisch zu erfassen, hatten seit NEWTON (1686) zur mehr oder minder empirischen Aufstellung von etwa 27 verschiedenen, sog. „Luftwiderstands gesetzen“ geführt, ohne daß irgendeines davon vollständig befriedigt hätte. Erst als der englische Schiffbauingenieur W. FROUDE i. J. 1869 gezeigt hatte, daß der Widerstand des Mittels durch das Zusammenwirken sehr verschiedenartiger Vorgänge entsteht und ERNST MACH i. J. 1884 die knallende Kopfwelle der mit Überschallgeschwindigkeit fliegenden Geschosse entdeckt und mittels seiner bahnbrechenden Methode der elektrischen Momentphotographie und der TOEPLERSchen Schlierenmethode, überdies mit allen ihren Einzelheiten auch sichtbar gemacht hatte, begann man langsam zu begreifen, daß die alte Auffassung des Luft-

widerstandes, als eines auf die Querschnittsfläche des Geschoßes ausgeübten Druckes, eine bloße Fiktion war.

Angeregt durch die sich häufenden Erfindungen zur Lösung des Flugproblems begann man seit etwa 1903 in rasch nacheinander entstandenen aerodynamischen Laboratorien die Erforschung des Luftwiderstandes mit den verfeinerten Methoden der Experimentalphysik, unter Aufwand von zum Teil großartigen Mitteln, systematisch zu betreiben. In der Ballistik aber blieb zunächst noch alles beim alten.

CRANZ hat nun die in der äußeren Ballistik angewendeten empirischen Luftwiderstandsgesetze schon in seinem „Compendium“ v. J. 1896 (14) einer eingehenden Kritik unterzogen und seither an der Klärung der einschlägigen Verhältnisse unablässig weitergearbeitet (21, 35, 36). Dabei fand er wiederholt Gelegenheit, Irrtümer, die sich im Laufe der Jahre in der Ballistik festgesetzt hatten und zu förmlichen Dogmen erstarrt waren, aufzuzeigen und zu beseitigen.

Der Luftwiderstand wurde u. a. als proportional angesehen dem Geschoßquerschnitt und einer von der Gestalt der Geschoßspitze abhängigen konstanten Größe, dem sog. „Formwert“. CRANZ zeigte schon frühzeitig die Unhaltbarkeit dieser Annahmen und wies nach, daß insbesondere der Formwert „mehr einen Koeffizienten für den gegenwärtigen Stand der ballistischen Wissenschaft, einen Koeffizienten unserer Unkenntnis, als einen eigentlichen und übertragbaren Formwertfaktor vorstellt“ (21, 35, 60). Es ergab sich auch die Unhaltbarkeit der Methode, mit Artilleriegeschossen gewonnene Ergebnisse ohne weiters auf Infanteriegeschosse zu übertragen, die im Widerspruch mit dem GALILEI-NEWTONSchen Prinzip der Ähnlichkeit und mit dem HELMHOLTZschen Modellregeln der Aerodynamik stand.

Zur Klärung dieser Fragen wurden auf Anregung von CRANZ groß angelegte systematische Messungen des Luftwiderstandes von Geschossem durchgeführt, und zwar von der Firma F. KRUPP (Professor O. v. EBERHARD) in Essen a. d. Ruhr für Artilleriegeschosse verschiedenen Kalibers¹ und von CRANZ und K. BECKER im ballistischen Laboratorium für 8 mm Infanteriegeschosse verschiedener Form (39), mit neuen photographischen Präzisionsmethoden (34, s. w. u.).

Übereinstimmend ergab sich, daß jedem Artillerie- und Infanteriegeschoss desselben Kalibers, derselben Form und derselben Geschwindigkeit ein besonderes Luftwiderstandsgesetz zukommt. Auf Grund der zahlreichen Präzisionsmessungen ihrer Geschwindigkeitsverluste wurden für eine, große Anzahl verschiedener Geschosse die zugehörigen Luftwiderstandsfunktionen ermittelt und O. v.

¹ O. VON EBERHARD, Neue Versuche über Luftwiderstand gegen fliegende Geschosse und ihre Verwertung durch die theoretische äußere Ballistik. Vorläufige Mitteilung, Artilleristische Monatshefte 1912, Nr. 69, S. 196–220.

EBERHARD faßte, für ballistische Anwendungen auf Artilleriegeschosse, die später nach ihm benannten Funktionen in Tabellenform zusammen. Die bisherige Gepflogenheit, einheitliche Luftwiderstandsgesetze auf verschiedene Schießversuche, mit Geschossen verschiedener Kaliber, zu gründen, erwies sich somit als unzulässig, ebenso wie die Annahme eines konstanten „Formwertes“ der Geschosse, als dem wahren Verlauf der Erscheinungen nicht entsprechend und daher jeder Grundlage entbehrend.

CRANZ war sich jedoch bewußt, daß mit diesen Versuchen die Erforschung des Luftwiderstandes von Geschossen durchaus nicht als erledigt anzusehen war. Er wollte nur einen gangbaren Weg des einwandfreien Experiments gewiesen haben und betonte insbesondere die ballistische Wichtigkeit von Versuchen, wie sie z. B. L. PRANDTL in seinem aerodynamischen Laboratorium in Göttingen auszuführen imstande ist. Seine schon früher gemachten Vorschläge, den vertikalen Schuß mit photographischer Registrierung für diese Zwecke heranzuziehen, konnte jedoch CRANZ bisher nicht verwirklichen.

Bei dieser Sachlage war es von ganz besonderer theoretischer und praktischer Bedeutung, daß CRANZ mit R. ROTHE (49, 50) gelehrt hat, das äußerballistische Hauptproblem für ein beliebig gegebenes Luftwiderstandsgesetz, auch dann, wenn es nur in Tabellen- oder Kurvenform vorliegt, ja sogar bei beliebig mit der Höhe veränderlichem ballistischen Koeffizienten und ohne Verwendung von Mittelwerten, auf *graphischem Wege vollständig* zu lösen. Die Genauigkeit ist dabei theoretisch unbegrenzt und praktisch nur durch die Fehler des Zeichenmaterials beschränkt, jedenfalls aber größer als jene ballistischer Messungen. Das Verfahren beruht auf der graphischen Integration von Differentialgleichungen von C. RUNGE, und da es konvergent ist, die aufeinanderfolgenden Näherungslösungen sich daher der wirklichen Lösung des Problems immer mehr nähern, erscheint es allen übrigen, auch den rechnerischen Lösungsversuchen des äußerballistischen Hauptproblems, überlegen. Das Verfahren wurde später von C. VEITHEN und L. GÜMBEL weiterentwickelt.

Für alle diese Überlegungen und Arbeiten ist es aber charakteristisch, daß CRANZ nicht müde wird, immer wieder die für die ballistische Theorie grundlegende Bedeutung des messenden Versuches hervorzuheben und auch bei den Lösungsversuchen des äußerballistischen Hauptproblems ausdrücklich betont, „daß die Ballistik schwerlich eine glückliche Entwicklung nehmen würde, wenn das Bestreben der Ballistiker lediglich darauf gerichtet sein würde, die Zahl der integrierbaren Funktionen zu vermehren“ (35, 1. Bd., S. 96).

Die Versuche, auf die sich alle diese Arbeiten stützten, sind vor allem gekennzeichnet durch weitgehende Anwendung und fortschreitende Verfeinerung der experimentellen Hilfsmittel. Bei dem

für die Ballistik zentralen Problem des Luftwiderstandes kommt es auf möglichst genaue Ermittlung des Geschwindigkeitsverlustes der Geschosse an. Die Messung von Geschößgeschwindigkeiten ist sonach entscheidend. Diese Aufgabe wird aber auf die Messung der Zeit zurückgeführt, die das Geschöß zum Zurücklegen einer bekannten Wegstrecke benötigt. Hierzu dienen ballistische Chronographen, die in mehr oder minder einfacher Form bis in die erste Hälfte des 18. Jahrhunderts zurückreichen. Der kritischen Untersuchung und Weiterbildung dieser Instrumente, insbesondere der neueren elektrischen, hat CRANZ unablässige Aufmerksamkeit zugewendet und dadurch das Forschungsgebiet der *Klein- oder Feinzeitmessung* wesentlich gefördert.

Seine erste Sorge galt der Feststellung der relativen und absoluten Genauigkeit der in Betracht kommenden Chronographen (26), im besonderen der WHEATSTONE-HIPPSchen Uhr (28). Für die Prüfung von Zeitmessern für größere Zeiträume (von der Größenordnung weniger Sekunden bis etwa $1/100$ sec) gestaltete CRANZ den HELMHOLTZschen *Pendelunterbrecher* (1870) um und machte ihn solcherart zu einem wichtigen Hilfsinstrument des ballistischen Laboratoriums und der Ballistik überhaupt. Gleichzeitig entstand auch der *ballistische Streifenchronograph* und eine Modifikation der RITTERSchen *Relaischaltung* zur unmittelbaren Übertragung wahrer Zeiten einer Normaluhr auf einen elektrischen Chronographen für größere Zeiträume (37).

Beim Studium der Zeitmesser für sehr kleine Zeiträume (unter 1 sec bis etwa zur Größenordnung von $1/100\,000$ sec) unterwarf CRANZ eine ganze Anzahl davon strenger experimenteller Kritik und gelangte dabei zu eigenen Neukonstruktionen, wie z. B. einer Modifikation des SIEMENSSchen Funkenchronographen für unmittelbare Ablesung und mit photographischer Registrierung (60, Bd. 3, S. 89–94), eines elektrostatischen Funkenchronographen (39), sowie zur Flugzeitmessung mit ballistischem Galvanometer und Kippschaltungen, die auf der Anwendung von Elektronenröhren zur scharfen Festlegung des Anfangs- und Endpunktes einer sehr kurzen Flugstrecke des Geschosses beruhen (60, Bd. 3, S. 118–123).

Aber auch einen der allerältesten Meßapparate der äußeren Ballistik, das *ballistische Pendel* (1740) unterwarf CRANZ, in einer ihm vom österreichischen Oberst ALEXANDER CCHEVALIER MINARELLI-FITZGERALD (1901) gegebenen neuen Form, einer eingehenden experimentellen Untersuchung mit dem Ergebnis, daß es hinsichtlich Genauigkeit der Geschwindigkeitsmessung von Infanteriegeschossen mit den besten elektrischen Geschwindigkeitsmessern wetteifern kann (35, Bd. 3, S. 41–45), sie aber darin übertrifft, die Geschößgeschwindigkeit in nur einem bestimmten Punkt der Flugbahn unmittelbar zu messen.

In dem Bestreben, die Messungsmethoden der experimentellen Ballistik immer umfassender aus-

zubilden und immer mehr zu verschärfen, benutzte CRANZ die im ballistischen Laboratorium gebotenen Mittel unausgesetzt u. a. auch dazu, die MACHschen Methoden der elektrischen Momentphotographie in die Form mustergültiger Präzisionsanordnungen zu bringen, sie weiterzuentwickeln und schließlich ungeahnt zu verfeinern.

So gelangte zunächst die photographische Aufnahmetechnik fliegender Geschosse zu höchster Vollendung (35, 48, 51, 60) und führte zu Bildern der Kopfwelle und der damit zusammenhängenden Erscheinungen von kaum mehr zu übertreffender Meisterschaft.

Die elektrische Momentphotographie ballistischer Vorgänge, wie z. B. des Verhaltens von Schußwaffen, der sog. Explosionswirkung von Infanteriegeschossen u. dgl. (18, 19, 20), gab stets nur Schattenbilder des aufzunehmenden Gegenstandes, die für das photographische Festhalten der ihn umgebenden Luftwellen und Luftwirbel zwar vollständig genügten, nicht aber für das Erkennen von Einzelheiten an dem undurchsichtigen Körper selbst, wie z. B. dem Verschluß einer Waffe, einem durchschossenen Körper usw. Es entstand demnach das Bedürfnis nach einer Beleuchtung der aufzunehmenden Gegenstände, wie bei gewöhnlichen Tageslichtaufnahmen. CRANZ führte für den Zweck dieser „Vorderbeleuchtung“ zuerst 1909 die Quecksilberbogenlampe ein (29) und dann 1914 in vervollkommneter Weise die durch den Schuß auszulösende Augenblicksbeleuchtung mit Hilfe von 2 bis 4 hintereinander geschalteten Beleuchtungsfunkenstrecken, rechts und links vom aufzunehmenden Gegenstand, deren Licht er mit Hilfe kleiner Hohlspiegel oder Scheinwerfer aus größerer Entfernung zweckmäßig verteilte (43). Auch stereoskopische Aufnahmen von hoher Vollendung, z. B. einer Selbstladepistole, der aus dem Lauf tretenden Pulvergase, die Durchschießung einer wassergefüllten Gummiblase und v. a. m. konnten auf diese Art ausgeführt werden.

Diese Verfahren der Waffenuntersuchung wurden, um manche wertvolle Einzelheiten und Laboratoriumserfahrungen bereichert, bald darauf übersichtlich zusammengefaßt (47). Ihnen allen haftete jedoch insofern ein gewisser Nachteil an, als die Aufnahme jeder gewünschten Bewegungsphase besonders ausgeführt werden mußte, die Gewinnung einer Reihe von Einzelbildern daher nicht nur umständlich und zeitraubend, sondern auch mit dem Nachteil behaftet war, daß jedes Einzelbild einem anderen Schuß- oder Explosionsvorgang angehörte. Es lag somit der Wunsch nahe, diese Mängel möglichst durch ein *kinematographisches Verfahren* zu beseitigen. CRANZ fand es i. J. 1909 in der Erzeugung einer äußerst raschen, scharf definierten und lichtstarken Funkenfolge im MACHschen Aufnahmeverfahren, wobei jeder Funke auf einem sehr rasch (bis 150 m/sec), stetig bewegten Filmband in rund $0,5 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$ sec je ein Teilbild eines nur etwa $1/10$ bis $1/100$ sec dauernden ballistischen Vorgangs erzeugt.

Die Funkenstrecke einer modifizierten MACHschen Anordnung wurde hierzu von einem Boaschen Resonanzinduktor gespeist, dessen Primärspule ihren Strom von einer Hochfrequenz-Wechselstrommaschine mit 2500 Perioden in 1 sec erhielt. Da jeder Stromwechsel einen Funken erzeugt, ließen sich 5000 Funken und somit auch 5000 Einzelbilder in 1 sec erzielen. Von einer etwa 0,08 bis 0,16 sec dauernden Erscheinung wurden gewöhnlich 400–800 Teilbilder in Zeitabständen von je $1/5000$ sec aufgenommen. Diese aufsehenerregende Versuchsanordnung bezeichnete CRANZ als „*ballistischen Kinematograph*“ (29). Damit konnte CRANZ den höchsten Anforderungen der Analyse des zeitlichen Verlaufs ballistischer Erscheinungen in weitgehendstem Maße entsprechen und mit seinen Schülern, besonders BECKER, BENSBERG und SCHATTE, das Verhalten von Selbstladewaffen, die Explosionswirkung von Infanteriegeschossen in feuchtem Ton, in Wasser und in Knochen, den Zusammenstoß von Stahlkugeln, den Flügelschlag von Vögeln und Insekten, mit bis dahin ungekannter Genauigkeit, bis in die feinsten Einzelheiten, klarlegen. Diese ließen sich nun nicht allein in den einander in Zeitabständen von nur $1/5000$ sec folgenden Einzelbildern der Filme, in jeder einzelnen Bewegungsphase bequem studieren, sondern auch in ihrem zusammenhängenden Verlauf, durch Projektion des Filmbandes mit dem gewöhnlichen Kinematographen, in 200 bis 300 maliger Zeitvergrößerung (Zeitlupe), in aller Ruhe verfolgen. Diese Wirkung ergibt sich aus dem Umstand, daß die Filmgeschwindigkeit bei der Aufnahme mit dem ballistischen Kinematographen rund 100 bis 120 m/sec beträgt, bei der Projektion mit dem gewöhnlichen Kinematographen hingegen nur etwa 40 bis 50 cm/sec. Überdies läßt sich durch verkehrtes Einlegen des Films in den Projektionsapparat auch das Vorzeichen des Zeitablaufs umkehren und der ganz ungewohnte Eindruck des umgekehrten Ablaufes der betreffenden Erscheinung gewinnen. Kürzlich untersuchte CRANZ auf diese Weise den zeitlichen Verlauf der Entzündung einer Bunsenflamme (56).

Die Hauptaufgabe seines ballistischen Kinematographen erblickt indessen CRANZ in seiner Anwendung zur Präzisionsmessung von Geschwindigkeiten und Geschwindigkeitsverlusten von Geschossen zum Zweck der Untersuchung damit zusammenhängender Fragen über ihren Luftwiderstand, Formwert und zahlreiche andere ballistische Probleme, deren oben schon erwähnte, einwandfreie Klärung auf diese Weise erstmalig gelang (39). Das Geschoss wird zu diesem Zweck auf einer etwa 25 cm langen freien Flugbahnstrecke (ohne den sonst nötigen Gitterrahmen) kinematographisch aufgenommen, wodurch eine ganze Reihe von um $1/5000$ sec voneinander abstehenden Geschossbildern gewonnen wird, die sozusagen ihre eigene Wegzeitkurve darstellen, deren Ausmessung die Geschossgeschwindigkeit unmittelbar, mit der bisher ungekannten Genauigkeit von nur etwa $\pm 0,03\%$

wahrscheinlichem Fehler ergibt. Zur Messung von Geschwindigkeitsverlusten für die Ermittlung des Luftwiderstandes wird dasselbe Verfahren am Anfang und am Ende einer etwa 40–50 m langen Wegstrecke mit Hilfe von zwei gleichen, aber getrennten Versuchsanordnungen, bei gemeinsamer Stromquelle, durchgeführt (34). Auch der zeitliche Verlauf der Pendelung und Rotation der Geschosse, der sich bis dahin fast ganz der Beobachtung entzog, konnte auf diese Weise untersucht werden.

Gewisse Schwierigkeiten bei der Verwendung dieses ballistischen Kinematographen und das Bedürfnis nach noch höheren Funkenfrequenzen für einzelne ballistische Spezialuntersuchungen veranlaßten CRANZ unter Mitwirkung von B. GLATZEL i. J. 1912 eine neue kinematographische Aufnahmetechnik auszuarbeiten, die auf der Anwendung eines Hochfrequenzschwingungskreises mit Löschfunkentstörung nach REIN beruht. Damit konnte die Bildfrequenz nach Bedarf zwischen sehr weiten Grenzen, nämlich 200 bis 100000 in 1 sec, mit sehr großer Gleichmäßigkeit geregelt werden. Die weitgehendsten Ansprüche an die zeitliche Analyse einer noch so rasch verlaufenden Bewegung erscheinung lassen sich jetzt auf diese Weise befriedigen. Diese Anordnung wäre als *ballistischer Hochfrequenzkinematograph* zu bezeichnen (41). Durch unerhört verfeinerte Erweiterung unseres Gesichts- und Zeitsinns zugleich, nach der Auffassung von O. WIENER¹, aber anders wie beim Mikroskop, hat CRANZ auf diese Weise neuen physikalischen Erkenntnismöglichkeiten den Weg gebahnt.

Von diesen Arbeiten, die von der meisterhaften Experimentierkunst CRANZ' bereites Zeugnis ablegen, ist eine sehr wirksame Anregung ausgegangen, als deren Folge wohl die bald darauf einsetzenden Bemühungen anzusehen sind, auch bei Tageslicht kinematographische Aufnahmen von Artilleriegeschossen durchzuführen. Ein erster Versuch in dieser Richtung war der Kinematograph des Oberstleutnants H. Frh. v. CLES und des Artilleriezeugsoffizials F. SWOBODA des bestandenen Technischen Militärkomitees in Wien zu Anfang des Jahres 1914, dem der, besonders für feldmäßige Aufnahmen sehr zweckmäßig gebaute und leistungsfähige Ballistograph des Artilleriehauptmanns F. DUDA, ebendaselbst, bald darauf folgte.

Es war nur natürlich, daß CRANZ das Bedürfnis empfand, während seiner umfassenden Tätigkeit von Zeit zu Zeit Rückschau zu halten und die Ergebnisse seiner Forschungen im Rahmen des Gesamtgebietes seiner Wissenschaft einheitlich zu überblicken. Dazu kamen auch noch ähnliche Wünsche der engeren und weiteren Fachgenossen sowie die Anforderungen des Unterrichts. So entstand schon i. J. 1910 eine zweite, vollständig umgearbeitete Auflage des „Compendiums“ der theoretischen äußeren Ballistik vom Jahre 1896, in

¹ O. WIENER, Die Erweiterung unserer Sinne. Akademische Antrittsvorlesung. Leipzig: Joh. Ambr. Barth. 1900.

der Form eines das gesamte Gebiet der Ballistik umfassenden, auf vier Bände geplanten *Lehrbuchs* (35). Es erschienen jedoch nur der 1. Band, Äußere Ballistik (1910), der 3. Band, Experimentelle Ballistik (1913) und der 4. Band, Atlas für Tabellen, Diagramme und photographische Momentaufnahmen (1910), während der der inneren Ballistik zugedachte 2. Band aus mancherlei Gründen nicht veröffentlicht werden konnte.

Die kritische Einstellung von CRANZ im „Compendium“ vom Jahre 1896 und im Encyklopädieartikel vom Jahre 1903, tritt nun im „Lehrbuch“ womöglich noch nachdrücklicher hervor. Es strebt eine möglichst objektive und lückenlose Darstellung des Gesamtgebietes der Ballistik an, um die Theorien und Messungsmethoden in das rechte wissenschaftliche Licht zu rücken und gleichzeitig, wo immer nötig, neue, wohlgegrundete Vorschläge zu machen.

Ein Ereignis von besonderer Bedeutung und wissenschaftlicher Tragweite war die mit K. BECKER erstmalig bearbeitete Zusammenfassung der von CRANZ in streng wissenschaftlichem Sinne begründeten *experimentellen Ballistik*, d. h. der Lehre von der Gesamtheit der ballistischen Beobachtungs-, Messungs- und Registriermethoden. Darin nehmen die von CRANZ erdachten und im ballistischen Laboratorium weiter ausgebildeten und entwickelten, vorstehend angedeuteten Methoden, den bei weitem überwiegenden Raum ein, wobei den Verfassern als Ziel vorschwebte, für das Gebiet der experimentellen Ballistik zugleich ein ähnliches Hilfsbuch zu schaffen, wie das für den Experimentalphysiker unentbehrlich gewordene „Lehrbuch der praktischen Physik“ von FRIEDRICH KOHLRAUSCH¹. Das große Interesse und die Wertschätzung der Ballistiker für dieses ganz neuartige Werk kam u. a. auch darin zum Ausdruck, daß es schon 5 Jahre nach dem Erscheinen vollständig vergriffen war.

Für die unmittelbare praktische Anwendung des Gebotenen sorgte insbesondere der 4. Band mit seinen zahlreichen ballistischen Zahlen- und Funktionstafeln, seinen Diagrammen, ballistischen Abaken und Nomogrammen sowie durch Vereinigung der wichtigsten ballistisch-photographischen Ergebnisse in einer Reihe von prächtigen Bildtafeln. Während des Krieges folgten noch die 3. und 4. Auflage des 1. Bandes (1917, 1918, 48, 51) mit mancherlei Änderungen und neuen Beiträgen, insbesondere 15 prachtvollen Aufnahmen fliegender Geschosse unter den verschiedensten Bedingungen, und die 2., gleichfalls vermehrte Auflage des 4. Bandes (1918, 51).

Ein tief einschneidendes Ereignis traf CRANZ, als nach Beendigung des Weltkrieges und der daraufliegenden Entwaffnung Deutschlands auch die Militärtechnische Akademie aufgelöst und das ballistische Laboratorium im Oktober 1919 „entmilitarisiert“ wurde. Der übriggebliebene Rest

¹ 1. Aufl. 1870, 15. Aufl. 1927.

wurde als „Institut für Technische Physik“ der benachbarten Technischen Hochschule angegliedert, die Schießhalle als Schuppen für Kraftfahrzeuge eingerichtet. CRANZ selbst wurde zur Übernahme der neugeschaffenen Lehrkanzel für Technische Physik und als Direktor des Institutes für Technische Physik berufen.

In der unsicheren und an Aufregungen aller Art überreichen Übergangszeit versuchte CRANZ zunächst für die bevorstehende Neugestaltung der Offiziersausbildung Anregungen zu geben durch einen Hinweis auf die Erfahrungen mit der bisherigen wissenschaftlichen Ausbildung des französischen, schweizerischen und österreichischen Offizierkorps, an Hand zweier in der Schweiz und in Österreich noch vor dem Kriege (1912 und 1913) erschienenen einschlägigen Studien (53). Dann unterzog sich CRANZ auf Wunsch der Fakultät, wohl aber auch, um vor der immer unerquicklicher gewordenen Außenwelt möglichst zu flüchten, einer äußerst angestrennten akademischen Lehrtätigkeit durch Übernahme eines Kollegs über „Ausgewählte Kapitel der neueren Physik“, wie Molekularphysik, Molekularstatistik, Aetherphysik, Relativitätstheorie, Elektronentheorie und Quantentheorie. Daneben leitete er ein Seminar für höhere Mechanik, ein Seminar für physikalische Berechnungen und hielt Vorlesungen über Technische Physik mit Laboratoriumsübungen. Dazu traten auch noch Verwaltungsgeschäfte als Dekan. Trotzdem fand CRANZ noch Zeit zum Abschluß mehrerer schon früher begonnener, oben schon erwähnter Arbeiten und Untersuchungen (54, 56, 59).

Schon vor dem Kriege hatte CRANZ ab und zu zusammenfassende Darstellungen der von ihm so packend aufgezeigten Haupterscheinungen der Ballistik gegeben, wie z. B. in einem Vortrag von der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Anwesenheit des Kaisers i. J. 1911 (38) oder in dem Artikel „Ballistik“ des „Handwörterbuchs der Naturwissenschaften“ 1912 (42); jetzt folgten einschlägige Hinweise in Berichten und Besprechungen (55, 58) oder in anregender aphoristischer Behandlung, wie die mit K. SCHEEL verfaßten „Ballistischen Paradoxa“ (63). Dann aber waren es auch Zusammenfassungen für physikalische Handbücher, wie das „Physikalische Handwörterbuch“ von BERLINER und SCHEEL (57), das „Handbuch der Physik“ von GEIGER und SCHEEL (61) und das „Handbuch der Experimentalphysik“ von WIEN und HARMS (62), in denen die Ballistik immer deutlicher als ein Sondergebiet der technischen Physik in Erscheinung tritt.

Die sich gleichzeitig über mehrere Jahre erstreckende Arbeit an der Herausgabe einer vollständig umgearbeiteten Neuauflage des klassischen *Lehrbuches der Ballistik* hat Ende 1927 ihren Abschluß gefunden. So liegt nun dieses einzigartige Werk der ballistischen Literatur in drei ansehnlichen, vom SPRINGERSchen Verlag muster-gültig ausgestatteten Bänden zum erstenmal voll-

ständig vor, d. h. einschließlich der längst erwarteten inneren Ballistik (60). CRANZ' bisherige Lebensarbeit, seine im Vorstehenden geschilderten langjährigen Forschungen und Arbeiten im ballistischen Laboratorium sowie schließlich die Erfahrungen, die der Weltkrieg in der Ballistik gebracht hat, sind darin einheitlich und nach den altbewährten Richtlinien kritisch zusammengefaßt.

Der unter Mitwirkung von Professor O. VON EBERHARD und Major Dr. K. BECKER in fünfter Auflage herausgegebene 1. Band ist der *äußeren Ballistik* gewidmet. Er ist besonders gekennzeichnet durch eingehendere Behandlung der Ballistik der Steilbahnen, die Berücksichtigung des Kreisel- und Magnuseffektes bei der Berechnung von Flugbahnen, unter Mitwirkung von W. SCHMUNDT, durch Neubearbeitung des Abschnittes von der Aufstellung der Schußtafeln durch BECKER und einen neuen Abschnitt über die Ballistik des Fernschießens von EBERHARD. Außerdem wurden ihm die ballistischen Tabellen und Diagramme des früheren 4. Bandes angegliedert.

Der unter Mitwirkung von Professor O. POPPENBERG und Professor O. VON EBERHARD zum erstenmal erschienene 2. Band umfaßt die *innere Ballistik*. Darin behandelt der verdienstvolle Vorstand des chemischen Laboratoriums der einstigen Militärtechnischen Akademie, Professor POPPENBERG, die Thermochemie und Thermodynamik der Explosionen, während CRANZ, unter Mithilfe von EBERHARD, die übrigen Probleme der inneren Ballistik, unter Zugrundelegung exakter physikalischer Meßmethoden, mit gewohnter Meisterschaft kritisch zur Darstellung bringt. Besonders wertvolle Anregung bietet die Berücksichtigung neuer einschlägiger Fragen allgemeiner physikalischen Interesses, wie z. B. die Untersuchungen HEINRICH MACHES über die Physik der Verbrennungserscheinungen, die jüngsten Beobachtungen über die Schallfortpflanzung von Explosionen mit der „Zone des Schweigens“ und das neuerdings wieder studierte Prinzip der Raketenengeschosse. Ein Anhang bringt meisterhafte elektrische Momentaufnahmen zur Mechanik der Explosionen, fast durchwegs von CRANZ selbst, in vorzülicher Wiedergabe.

Der unter Mitwirkung von Professor O. VON EBERHARD und Oberstleutnant Dr.-Ing. K. BECKER in zweiter Auflage erschienene 3. Band betrifft die *experimentelle Ballistik*. Er erfuhr naturgemäß eine ganze Reihe von Ergänzungen und Verbesserungen, da seit dem Erscheinen der ersten Auflage vierzehn arbeitsreiche Jahre verstrichen waren. Alle schon erwähnten neuen Erkenntnisse und Errungenschaften auf diesem ureigenen Forschungsgebiet von CRANZ wurden im Zusammenhang dargestellt und durch prachtvolle elektrische Momentphotographien und Kinematogramme, Zeugen seiner meisterhaften Experimentierkunst, in einem Anhang veranschaulicht, wodurch der 4. Band der früheren Auflagen überflüssig wurde.

Besondere Sorgfalt ließ CRANZ in allen drei Bänden der Bearbeitung der Literaturverzeich-

nisse angedeihen, die nunmehr einen nahezu vollständigen Überblick der gesamten ballistischen Literatur bieten.

Dieses Werk lässt erkennen, wie unausgesetztes Streben nach Gewinnung eines hohen, objektiven Standpunktes an Hand messenden Versuches und unvoreingenommener, streng sachlicher Kritik, CRANZ auf die hohe wissenschaftliche Warte geführt hat, von der aus er die Gesamtheit der ballistischen Erscheinungen umfassend zu überblicken und meisterlich zu beherrschen imstande war. Zugleich bezeugt es, wie es ihm gelang, inmitten des hereingebrochenen schweren Ungemachs der Zeit unbirrt aufrecht zu bleiben.

In jahrelanger, glücklicher Ehe mit der Tochter Clara des Ökonomierates FRIEDRICH GRUB in Stuttgart, hatte er die Freude, seinen einzigen Sohn Oskar hoffnungsvoll heranwachsen zu sehen. Nicht lange vor Vollendung seines medizinischen Studiums an der Universität München überraschte ihn der Weltkrieg, den er als Feldunterarzt an der Westfront, voll jugendlicher Hingabe und Begeisterung, bald durch das Eiserne Kreuz ausgezeichnet, mitmachte. Während der heftigen Kämpfe zu Beginn des Jahres 1918 fiel er gleichzeitig mit einem Studienfreund in Erfüllung seiner Pflicht am Hilfsplatz eines Schützengrabens in Flandern in der Nacht zum 30. März im englischen Geschützfeuer. Den unersetzblichen Verlust verschmerzten die tief erschütterten Eltern nur schwer, in unermüdlicher Arbeit Trost und Erhebung suchend. Ein für den Forscher CRANZ nicht minder schwerer Schlag war die Verstümmelung seiner wissenschaftlichen Arbeitsstätte. Erfüllt vom wahrhaft klassischen Geist der großen Männer des Altertums, deren Wirkungsstätten zu besuchen CRANZ, in hehrer Begeisterung für alles Erhabene, Edle und Schöne, noch als Privatdozent entzagungsvoll erreicht hatte, wußte er auch da unerschütterlichen Gleichmut zu bewahren, eingedenk des Horazischen „aequam memento rebus in arduis servare mentem“.

Diesen stoischen Gleichmut eines so ausgeglichenen, hochstehenden und dabei äußerst bescheidenen und anspruchslosen Menschen, wie CRANZ, vermochten aber auch die zahlreichen Ehrungen und Auszeichnungen nicht zu erschüttern, die ihm im Laufe der Jahre vom In- und Ausland zuteil geworden sind. Eine aber — die jüngste, i. J. 1927 — hat ihn, als rein wissenschaftliche Ehrung, doch herzlich gefreut: die Ernennung zum „Doktor Ingenieur ehrenhalber“ durch die Technische Hochschule seiner engeren Württembergischen Heimat, an der er seine so erfolgreiche wissenschaftliche Laufbahn begann.

Alle, die das Glück haben, CRANZ näherzustehen, bewundern und verehren in ihm nicht allein den führenden Forscher, sondern schätzen überdies seine, reinster und edelster Menschlichkeit entstehende, zuverlässige Freundestreue und beneiden ihn um seine unerschütterliche Ruhe in allen Lebenslagen. Lärmenden Vergnügen ab-

hold, ist er ein begeisterter Freund der Natur und liebt lange, einsame Höhenwanderungen in den Alpen, die ihm alljährlich während der Sommerferien ein Quell der Erfrischung und Erhebung sind. Ich habe das Glück, seit Jahren sein Wandergenosse sein zu dürfen und möchte am Ende dieser Betrachtungen nur noch dem Wunsche Ausdruck geben, CRANZ möchten noch viele schöne und erhebende Alpenwanderungen ebenso wie noch eine lange Fortsetzung seiner erfolgreichen Wanderungen durch die erhabenen Gefilde der Wissenschaft vergönnt sein, wozu alle Bedingungen gegeben sind, überstrahlt von demselben idealen Sinn, der seinen großen Landsmann die Worte finden ließ:

„Von all dem rauschenden Geleite,
Wer harrte liebend bei mir aus?
Wer steht mir tröstend noch zur Seite
Und folgt mir bis zum finstern Haus?
Du, die du alle Wunden heilst,
Der Freundschaft leise, zarte Hand,
Des Lebens Bürden liebend teilst,
Du, die ich frühe sucht' und fand.“

Und du, die gern sich mit ihr gattet,
Wie sie, der Seele Sturm beschwört,
Beschäftigung, die nie ermattet,
Die langsam schafft, doch nie zerstört,
Die zu dem Bau der Ewigkeiten
Zwar Sandkorn nur für Sandkorn reicht,
Doch von der großen Schuld der Zeiten
Minuten, Tage, Jahre streicht.“

Verzeichnis der Veröffentlichungen von C. Cranz.

- Theoretische Untersuchungen über die regelmäßige Abweichung der Geschosse und die vorteilhafteste Gestalt der Züge. Dissertation. Tübingen 1883, 70 S.
- Bewegungen der Geschosse. Civilingenieur 31, 1885, 23 S.
- Synthetisch-geometrische Theorie der Krümmung. Stuttgart 1886. 90 S.
- Synthetische Theorie der Krümmung der Flächen 2. Ordnung, SCHLÖMILCHS Zeitschr. f. Math. u. Phys. 31. 1886. 5 S.
- Theoretische Studien zur Ballistik der gezogenen Gewehre. Hannover 1887. 55 S.
- Beitrag zur Geometrie. Math.-naturw. Mitt. aus Württemberg, Tübingen 2. 1888. 12 S.
- Anwendung der Funktionentheorie auf ein hydrotechnisches Problem. Math.-naturw. Mitt. aus Württemberg, Tübingen 3. 1889. 8 S.
- Gesetz zwischen Ausdehnung und Stromstärke für einen von galvanischem Wechselstrom durchflossenen Leiter. SCHLÖMILCHS Zeitschr. f. Math. u. Phys. 34. 1890. 18 S.
- Gemeinverständliches über die 4. Dimension. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge von VIRCHOW und WATTENBACH 1890. 70 S.
- Theoretische Ermittlung der Gestalt des Grundwasserspiegels an dem Zusammenfluß zweier Ströme. SCHILLINGS Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 33. 1890. 5 S.
- Aufgaben aus der theoretischen Mechanik (mit VON ZECH). 2. Aufl. Stuttgart: J. B. Metzler 1891. 225 S.

12. Die 4. Dimension in der Astronomie. Himmel und Erde 4. 1891. 45 S.
13. Der Unendlichkeitsbegriff in Mathematik und Naturwissenschaft. WUNDT, Philosophische Studien 11. 1895. 40 S.
14. Compendium der theoretischen äußeren Ballistik. Leipzig: B. G. Teubner 1896. XII u. 511 S., 110 Abb.
15. Über die konstanten Geschoßabweichungen. Jahresber. d. Dtsch. Mathematiker-Vereinig. 6. 1897. 10 S.
16. Grundzüge einer Graphoballistik auf Grund der KRUPPSchen Tabelle. SCHLÖMILCHS Zeitschr. f. Math. u. Phys. 42. 1897. 22 S.
17. Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Kreiselbewegungen der rotierenden Langgeschosse während ihres Fluges. SCHLÖMILCHS Zeitschr. f. Math. u. Phys. 43. 1898. 75 S.
18. Untersuchungen über die Vibration des Gewehrlaufs (mit K. R. KOCH). Abh. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. II. Cl., 19-21. 1899-1901. 66 S.
19. Über die explosionsartige Wirkung moderner Infanteriegeschosse (mit K. R. KOCH). Ann. d. Phys., 4. Folge, 3. 1900. 27 S.
20. Anwendung der elektrischen Momentphotographie auf die Untersuchung von Schußwaffen. Halle: Wilh. Knapp 1901. 26 S. u. 24 Tafeln.
21. Ballistik. Encycl. d. math. Wiss. IV, 3, Mechanik, IV, 18. 1903. 95 S.
- Französische Bearbeitung in Encyclopédie des Sciences Mathématiques pures et appliquées t. IV, Mécanique, vol. 6, äußere Ball., bearb. von E. VALLIER, Paris, 105 S., innere Ball. bearb. von C. BÉNOIT, F. GOSSET und ROGER LIOUVILLE, 96 S.
22. Entgegnung auf einen Vortrag von F. KÖTTER, Sitzungsber. d. Berliner Math. Ges. 3. 1904. 9 S.
23. Aufgaben aus der theoretischen Mechanik (mit O. v. EBERHARD), 3. Aufl. Stuttgart: J. B. Metzler 1906. 4. Aufl. 1920.
24. Über die Messung der Verbrennungsdauer eines Pulvers beim Schuß. Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 2. 1907. 4 S.
25. Zur Messung des Abgangsfehlerwinkels von Gewehren. Zur Theorie und Praxis des Gewehrrücklaufmessers. Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 2. 1907. 4 S.
26. Über die relative und absolute Genauigkeit verschiedener Flugzeitmesser. Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 3. 1908. 4 S.
27. Temperatur- und Wärmemessungen am Infanteriegewehr M 98 S (mit R. ROTHE). Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 3. 1908. 11 S.
28. Über die Hippische Uhr. Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 4 u. 5. 1909 u. 1910. 4 S.
29. Über einen ballistischen Kinematographen. Zeitschrift f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 4. 1909. 3 S. m. 1 Tafel; Dtsch. Mechaniker-Ztg. 1909. 5 S.
30. Über einen Gewehrrücklaufmesser mit optischer Registrierung des Rücklaufweges. Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 4. 1909. 9 S. (veröffentlicht durch K. BECKER).
31. Über die Berechnung steiler Flugbahnen. Artilleristische Monatshefte. Berlin 1909. 15 S.
32. Über die Berechnung der Scheitellöhe einer Flugbahn. Artilleristische Monatshefte. Berlin 1909. 5 S.
33. Versuche über den vertikalen Schuß. Schuß und Waffe 2. 1909. 8 S.
34. Über eine photographische Methode zur Messung von Geschwindigkeiten und Geschwindigkeitsverlusten bei Infanteriegeschossen (mit BENSBERG). Artilleristische Monatshefte. Berlin 1910. 14 S.
35. Lehrbuch der Ballistik. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner. 1. Bd.: Äußere Ballistik (2. Aufl. von Nr. 14). 1910. XIV u. 464 S.; 3. Bd.: Experimentelle Ballistik (mit K. BECKER) 1913. VIII u. 339 S.; 4. Bd.: Atlas für Tabellen, Diagramme und photographische Momentaufnahmen 1910. Folio, IV u. 81 S., 9 Tafeln.
36. Die empirischen Luftwiderstandsgesetze und der gegenwärtige Stand der theoretischen äußeren Ballistik. Artilleristische Monatshefte. Berlin 1911. 31 S.
37. Über ein Vergleichspendel zur Feststellung größerer Zeitintervalle (mit K. BECKER). Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 6. 1911. 10 S.
38. Über die Bewegungerscheinungen beim Schuß. Jahrb. d. schiffbautechn. Ges. 12. 1911. 37 S.
39. Messungen über den Luftwiderstand für große Geschwindigkeiten (mit K. BECKER). Artilleristische Monatshefte. Berlin 1912. 43 S.
40. Einige Versuche über die sog. Explosivwirkung moderner Infanteriegeschosse (mit P. A. GÜNTHER). Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 7. 1912. 3 S.
41. Die Verwendung von Gleichstrom-Löschfunkenstrecken zur kinematographischen Aufnahme ballistischer und physikalischer Vorgänge (mit BR. GLATZEL). Verhandl. d. dtsch. phys. Ges. 14. 1912. 11 S.
42. Artikel „Ballistik“ im Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Jena: Gustav Fischer 1. 1912. 8 S.
43. Photographische Aufnahme von sehr rasch verlaufenden Vorgängen, insbesondere von Schußvorgängen, mittelst Vorderbeleuchtung durch das Licht elektrischer Funken (mit P. A. GÜNTHER und F. KÜLP). Schuß u. Waffe 6. 1913. 8 S.; Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 9. 1914. 4 S.
44. Die Arbeitsleistung der Sprengstoffe und Geschosstreibmittel. Zeitschr. f. Elektrochemie 19. 1913. 8 S.
45. Verfahren zur Integration der Differentialgleichung der Geschößbewegung im Inneren des Geschützrohres (mit O. SCHMITZ). Artilleristische Monatshefte. Berlin 1914. 5 S.
46. Über die Ausströmung von Gasen bei hohen Anfangsdrücken (mit BR. GLATZEL). Ann. d. Phys., 4. Folge, 43. 1914. 19 S.
47. Beiträge zur Waffenuntersuchung (mit F. KÜLP). Artilleristische Monatshefte. Berlin 1914. 12 S. u. 7 Tafeln.
48. Lehrbuch der Ballistik. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner. 1. Bd.: Äußere Ballistik (3. Aufl. von Nr. 14 mit Hpt. K. BECKER) 1917. XVI u. 528 S., 184 Fig. u. 4 Lichtdrucktafeln. General der Artillerie z. D. A. von KERSTING gewidmet.
49. Zur Lösung des Hauptproblems der äußeren Ballistik für ein beliebiges Luftwiderstandsgesetz (mit R. ROTHE). Artilleristische Monatshefte. Berlin 1917. 42 S.
50. Über das Hauptproblem der äußeren Ballistik (mit R. ROTHE). Sitzungsber. d. Berliner Math. Ges. 16. 1917. 7 S.
51. Lehrbuch der Ballistik. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner. 1. Bd.: Äußere Ballistik (4. Aufl. von Nr. 14 mit Hpt. K. BECKER) 1918. 464 S.; 4. Bd.: Sammlung von Zahlentafeln, Diagrammen und Lichtbildern (2. Aufl. mit Hpt. K. BECKER) 1918. 4°, IV u. 174 S., 9 Tafeln.

52. Graphische Lösung des innerballistischen Hauptproblems auf thermodynamischer Grundlage. Artilleristische Monatshefte. Berlin 1918. 37 S.
53. Über die bisherige wissenschaftliche Ausbildung des französischen, schweizerischen und österreichischen Offizierkorps. Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik, herausgegeben von MAX CORNICELIUS, Berlin W 30, B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin, 13. Jahrg., 1919, Heft 6 u. 7, 19 S.
54. WIENERS Methode der Flugbahnberechnung. Artilleristische Monatshefte. Berlin 1922. 7 S.
55. Bericht über das neu erschienene Lehrbuch der inneren Ballistik GOSSE-LIOUVILLE. Artilleristische Monatshefte. Berlin 1922. 17 S.
56. Über Hochfrequenz-Schlierenkinematographie und ihre Verwendung zur Untersuchung von Explosionserscheinungen und anderen sehr rasch verlaufenden Vorgängen (mit E. BAMES). Zeitschr. f. angew. Chem. 36. 1923. 5 S.
57. Artikel „Ballistik“ im Physikalischen Handwörterbuch von A. BERLINER und K. SCHEEL 1924 (mit O. VON EBERHARD). 27 S.
58. Erwiderung auf einige Bemerkungen des Herrn von GLEICH, Phys. Zeitschr. 25. 1924. 5 S.
59. Berechnung einer Geschoß-Steilbahn unter Berücksichtigung des Kreiseleffektes und des Magnus-
- effektes (mit W. SCHMUNDT), Zeitschr. f. angew. Math. u. Mechanik 4. 1924. 16 S.
60. Lehrbuch der Ballistik. Berlin: Julius Springer. 1. Bd.: Äußere Ballistik, 5. Aufl. (mit Prof. O. von EBERHARD und Mjr. Dr. K. BECKER) 1925. XX u. 712 S., 132 Abb. u. e. Anhang Tabellen und Diagramme. Dem Andenken Gen. d. Art. A. v. KERSTING gewidmet. 2. Bd.: Innere Ballistik (mit Prof. Dr. O. POPPENBERG und Prof. O. VON EBERHARD) 1926. X u. 454 S., 37 Abb. im Text, 33 Abb. im Anhang. 3. Bd.: Experimentelle Ballistik, 2. Aufl. (mit Prof. O. von EBERHARD und Oberstlt. Dr.-Ing. K. BECKER) 1927. XII u. 408 S., 138 Abb. im Text, 56 Abb. im Anhang.
61. Im Handbuch der Physik von H. GEIGER und KARL SCHEEL, Bd. 2. 1926. Berlin: Julius Springer; im Kap. 6, Zeitmessung: E. Instrumente zur Messung kleiner Zeitintervalle 15 S.; G. Hilfsmittel zur Prüfung und Eichung von Chronographen 6 S.; im Kap. 8, Erzeugung und Messung von Drucken: B. Messung sehr hoher Drucke mittels des Stauchapparates. 9 S.
62. Im Handbuch der Experimentalphysik von W. WIEN und F. HARMS, Bd. 4. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., das Kapitel „Ballistik“ (noch nicht erschienen).
63. Ballistische Paradoxa (mit K. SCHEEL). Zeitschr. f. techn. Physik 8. 1927. 4 S.

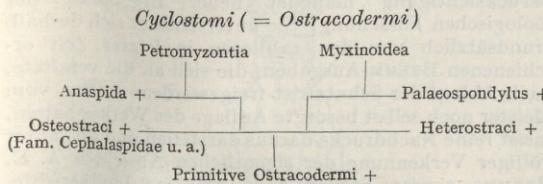
Besprechungen.

STENSIÖ, ERIK, A: SON, The Downtonian and Devonian Vertebrates of Spitzbergen. Part 1: Family Cephalaspididae. Skrifter om Svalbard og Nordishavet Nr. 12. Norske Videnskaps-Akademis i Oslo. Redaktør: ADOLF HOEL. Oslo: Jacob Dybwad 1927. 2 Bände. XII, 391 S. 1 Karte, 103 Textfig. und 112 Taf. Preis Kr. 60.—.

Die Cephalaspiden bilden eine erloschene Familie benthonischer, *agnathic* Panzerfische, die durch einen großen, ungefähr parabolischen, auch den vordersten Teil des Rumpfes bedeckenden Kopfschild vor anderen *Monorhina* ausgezeichnet sind. Auf der dorsalen Seite hat der Schild paarige, fast mittelständige Augenöffnungen, je eine unpaare Öffnung für den Nasen- und Hypophysenschlauch und für das Pinealorgan, und außerdem Furchen, die als „elektrische Felder“ deutet werden. Auf der ventralen Seite hat er ein großes, rundes, oralo-brachiales, weichhäutig verschlossenes Fenster, hinter dem die Mund- und die Kiemenhöhle liegt. Die verschiedenen großen (bis maximal ca. 30 cm langen) Tiere lebten auf den Schlammgründen der Litoralzone der oberstsilurischen und unterdevonischen paläarktischen Flachmeere oder in Süßwasserseen. Äußerlich ähnliche Konvergenzformen sind gewisse gepanzerte Weise unter den lebenden Teleostiern, denen die Cephalaspiden aber, wie alle *Ostracoderma*, in ihrer Organisation durchaus fremdartig gegenüberstehen. Während die früheren Untersuchungen hauptsächlich der Morphologie, Ökologie und Phylogenie galten — man denke nur an PATTENS Ableitung von xiphosuren Arthropoden! — oder sich mit der Histologie des Dermalskeletts beschäftigten, ohne allzu tief vorzudringen, fördert die vorliegende Monographie die Kenntnis des Wesens der mit zu den ältesten bekannten Wirbeltieren gehörenden Cephalaspiden um ein gewaltiges Stück; ja sie ist wohl die bedeutendste Veröffentlichung, die über die Anatomie alterpaläozoischer *Craniota* jemals geschrieben worden ist. Zugrunde liegt ihr die von den norwegischen Expeditio-

nen nach NW-Spitzbergen (norweg. jetzt Svalbard) in vielen Jahren zusammengebrachte Sammlung von 102 Kopfschilden, die sich auf 24 verschiedene Formen verteilen. Ganze Körper haben sich nicht gefunden, ebenso wenig Larvenzustände. (Es läßt sich nur sagen, daß die Spitzberger Arten sehr verschieden gestaltete Körperformen besessen haben müssen.) Dafür sind die Kopfschilder aus den silurischen Redbayschichten, namentlich die kleinen, so wunderbar günstig erhalten, daß es exakter Feinpräparation gelang, die gesamte Hart- und Weichanatomie des Kopf-Rumpf-Schildes und der von ihm umschlossenen Teile (Gehirn, Nerven- und Blutgefäßsystem, Sinnesorgane: Auge, Ohr und Geruchsorgan, Respirations- und Exkretionsorgane: Kiemen und Pronephros) in vorbildlicher Weise darzustellen und aufzuklären. Wenn man die zahlreichen Situspräparate des Endocraniums, die Modelle der Hirnhöhlen- und Labyrinthhöhlenausgüsse, die Gehirnnerven- und Blutgefäßpräparate usw. betrachtet, dann glaubt man es mit der Anatomie eines lebenden Tieres zu tun zu haben, so vollkommen ist die Darstellung. Ein glänzendes Zeugnis, wie weit ein anatomisch geschulter Paläontolog in der Auswertung guter Präparate kommen kann. Neu ist auch die Beschreibung des bisher so gut wie übersehenen sog. *Endoskeletts*; es besteht aus zwei perichondralen dünnen Lamellen; in seinem dorsalen Teil steht es in engster Verbindung mit dem (zum größten Teil dermalen) Exoskelett, es umschließt das Neurocranium, Seh-, Gehör- und Geruchsorgane und den Kopfteil der Chorda. In seinem ventralen Abschnitt bildet es Teile des Visceralskeletts: die „postbranchiale Wand“, welche den Mund-Kiemen-Raum vom Rumpf abschließt, dünne, paarige Lamellen (zum Schutz der Kopfniere?) und den Schultergürtel. Diese sind zuweilen verknöchert und deswegen erhalten. Es waren also auch paarige Brustflossen in den hinteren Ausschnitten des Schildes vorhanden; von den Flossen selbst ließ sich in Spitzbergen nichts finden. Auf die überaus zahlreichen Einzel- und Verschiedenheiten

kann nicht eingegangen werden. Vieles, das nicht erhaltenstüdig war, läßt sich vergleichend-anatomisch erschließen. Hierbei leisten die größten Dienste die Petromyzontiden und Myxinoidea; ohne sie würden viele Deutungen bloße Mutmaßungen bleiben. Diese *Cyclostomi*, die ja schon COPE 1889 mit den Ostracodermi verknüpfte, geben die besten Anhaltspunkte. Ihnen ist daher am Schluß des Werkes nach dem anatomischen und dem systematischen Hauptteil eine längere kritische Abhandlung gewidmet, worin Verf. sich mit den Bearbeitern (von neueren HOLMGREN, HATTA, DE BEER, SEWERTZOFF, TRETJAKOFF u. a.) auseinandersetzt. Die Organisation der Cyclostomen bietet den Schlüssel zum Verständnis der Anatomie der Cephalaspiden. Umgekehrt geben diese erst die rechte Handhabe für die systematische Erkenntnis jener. Die Cyclostomi sind keine degenerierten höheren Fische, sondern *persistente Typen der Ostracodermi*, oder anders ausgedrückt: Die Cephalaspidae sind ausgestorbene, spezialisierte Cyclostomi. Nachdem sie auch noch in ihrem Verhältnis zu anderen verwandten Formen (Tremataspidae, Anaspida, Heterostraci, Palaeospondylus) und nichtverwandten (Arthrodira, Antiarchi) taxonomisch betrachtet sind, glaubt Verf. die Verwandtschaft folgendermaßen aufzustellen zu können:



Die rechte Gruppe heißt Verf. Pteraspidomorphi, die linke Cephalaspidomorphi.

In dieser Auffassung erhält die hohe Bedeutung der Ostracodermi für allgemeine Fragen der Abstammungslehre ohne weiteres. Verf. geht darauf nicht ein. Die Konstanz der inneren Organisation durch Hunderte von Jahrtausenden hindurch ist vielleicht noch rätselhafter als stärkste Weiterentwicklung und Umprägung, zumal da die paläozoischen Formen in hohem Maße auf Umwelteinflüsse reagiert haben und daher in mannigfaltiger Weise angepaßt sind. Zeitliche Zwischenglieder zwischen ihnen und den lebenden Vertretern sind unbekannt. (Der permische Hypospondylus ist sehr unsicher.)

Eine große Bibliographie beschließt das für Zoologen, Anatomen und Paläontologen gleich wichtige, inhaltsreiche Werk. Sein Herausgeber, Doc. ADOLF HOEL, Leiter der staatlichen norwegischen Zentralstelle für die Erforschung Svalbards und der arktischen Nachbargebiete, hat mit dem Verf. gewetteifert, daraus ein abgerundetes, in sich geschlossenes Ganzes in hervorragend schöner Ausstattung zu machen. In dem Atlas finden sich neben den neuen Gattungen und Arten auch die Belege für die Gehirnmodelle, Rekonstruktionen usw. in Form von Serienschnittbildern. Die Serienschnitte wurden nach der SOLLASSCHEN Methode (Phil. trans. roy. soc. London (B) 196, 259–265. 1903) hergestellt.

W. O. DIETRICH, Berlin.

PFEFFER, GEORG, *Die Frage der Grenzbestimmung zwischen Kreide und Tertiär in zoogeographischer Betrachtung*. Jena: Gustav Fischer 1927. IV, 103 S. 16×23 cm. Preis RM 4.50.

Verf. nimmt in dieser inhaltsreichen Studie die Gedankengänge wieder auf, die er in seinem berühmten „Versuch über die erdgeschichtliche Entwicklung der jetzigen Verbreitungsverhältnisse unserer Tierwelt“

(Hamburg: L. Friederichsen & Co., 62 S.) bereits 1891 niedergelegt hat. Die Fortschritte der Paläontologie seit dieser Zeit erlauben, heute etwas mehr zu sagen. Vor allem kennt man jetzt die spätkretaischen, paläocänen und untereocänen kontinentalen Faunen besser als damals (im Westen der U. S. A., in der Mongolei), und daraus läßt sich nach der Methode des Verf.: heute und im Tertiär „herrschende Typen“ (Ordnungen, Familien, Gattungen) zurückzuverfolgen und zu sehen, wie sich paläontologische Dokumentation und zoogeographische Erwägungen miteinander zu neuen Ergebnissen verknüpfen – auch die Frage nach der natürlichen Grenze zwischen Kreide und Tertiär richtiger beantworten. Diese fatale Wende, die so vielen blühenden mesozoischen Tiergruppen (z. B. unter den Mollusken und Reptilien) den Lebensfaden abschnitt, den Lebensstrom gleichsam eine Zeitlang eingengte, um ihn dann frisch fortfließen zu lassen, fordert Entscheidung der Grenzziehung, mag sie auch künstlich sein. (In Wirklichkeit zerschneiden wir ein Kontinuum, denn das Leben geht ja trotz alledem und trotz aller Lückenhaftigkeit der Überlieferung weiter; wir brauchen aber Definitionen zur Begriffsbildung.) Seine umfassenden, mit erstaunlicher Beherrschung der Tatsachen angestellten Erwägungen führen den Verf. zu dem Ergebnis dreier Schnitte in der Entwicklung der kontinentalen Faunen von der oberen Kreide bis zum Eocän. „Der Hauptsnitt fällt dahin, wo ihn die meisten Geologen und Paläontologen gelegt haben, nämlich zwischen Belly River und Puerco; ein Schnitt geringerer Tiefe bezeichnet den Anfang der oberen Kreide, ein ebensolcher noch schwächerer den Anfang des Eocäns.“ Der Hauptsnitt deckt sich mit der klassischen Ansicht, wonach das Erlöschen der Dinosaurier den Schluß des Mesozoicums bedeutet; er deckt sich aber nicht mit den Ansichten der Säugetierpaläontologen und Paläobotaniker. Erst wenn alle Methoden geologischer Zeitsetzung, die diastrophische, sedimentationscyclische, paläogeographische, paläozoologische und paläobotanische mit der kombinierten historisch-zoogeographischen Methode des Verf. übereinstimmen würden, könnte von einer befriedigenden Lösung des Problems gesprochen werden; bis dahin ist es noch weit und sind noch viele paläontologischen Entdeckungen nötig (wie z. B. der placentalen Säuger in der tieferen Oberkreide der Mongolei, deren Placentaliern Verf. nicht anerkennt). Die Bedeutung der PFEFFERSchen Schrift liegt auch weniger in der geologischen Grenzziehung – und insofern wird der gewählte Titel dem reichen und vielseitigen Inhalt nicht ganz gerecht – als darin, daß eine knappe historisch-geologische Zoogeographie (Paläozooogeographie) in ausgewählten Beispielen gegeben wird. Die Hauptfaktoren, welche das zoogeographische Geschehen auf dem festen Lande beherrschen und regeln, werden ebenso wie das Walten des geologischen Fortschritts im Reich der marinen Tierwelt klar auseinandergesetzt, wobei das paläogeographische Erdbild am Ende der Kreidezeit geschildert wird: Ein „großes Nordland“, umfassend Asien, Europa, Nordamerika, welchem die Südkontinente, unter sich und vom Nordland getrennt, als Aufnahmeräume für die im „großen Nordland“ während des Mesozoicums entstandenen Faunen gegenüberliegen. Die Kontinentbrückenhypothesen und die WEGENERsche Hypothese werden kurz unter Ablehnung behandelt. Im Hauptteil wird dargestellt die faunistische Entwicklung der herrschenden Typen der Säugetiere des Nordkontinents, Australiens, Südamerikas, Mittelamerikas und Westindiens, weiter der Land- und Süßwasserschildkröten, der Anuren und Fische, haupt-

sächlich der echten Süßwasserfische; schließlich finden sich entwicklungstiergeographische Bemerkungen über die Binnenmollusken, dekapoden Süßwasserkrebse und terrikolen Oligochäten. Über die Mollusken liegt eine besondere Abhandlung des Verf. im Neuen Jahrb. f. Min. usw. 53. Beilageb., Abt. B., S. 117. 1925, vor, betitelt: „Zur Beurteilung der tertiären Landschnecken, im besonderen der Helicaceen, nebst allgemeinen Betrachtungen über das Verhältnis der tertiären Binnenaufaunen zu den rezenten.“ W. O. DIETRICH, Berlin. KRONACHER, C., *Allgemeine Tierzucht*. Ein Lehr- und Handbuch für Studierende und Züchter. I. Abt. Dritte, völlig neu bearbeitete Auflage. Berlin: Paul Parey 1928. 499 S. und 366 Textabbildungen. 16 × 24 cm. Preis RM 29.—.

In neuer Bearbeitung liegt hier ein Werk vor, das nicht nur den Landwirt und Tierzüchter angeht, sondern auch weiteren Kreisen von Biologen als reiche Quelle von Kenntnissen und zugleich als Nachschlagewerk zur Tierkunde dienen wird. Denn was dieses Werk durchweg auszeichnet, das ist der große allgemein biologische Standpunkt, von dem aus es angelegt und durchgeführt ist, um dem Leser vor allem die naturwissenschaftlichen Grundlagen für das Verständnis und die praktische Mitarbeit an den Fragen der Tierproduktion und Tierhaltung zu geben. Verf. ordnet die gesamten Forschungsergebnisse in der Züchtung aller Haustiergattungen der *allgemeinen Tierzucht* ein, im Gegensatz zur speziellen, d. h. angewandten Tierzucht. So wird, ausgehend von der Stellung der Haustiere im zoologischen System, die allgemeine Entwicklungslehre mit ihren paläontologischen und vergleichend anatomischen Grundlagen, und nächst Deszendenztheorie, Entstehung des Lebens, Vererbungslehre, besonders eingehend die prähistorische und historische Abstammung der Haustiere behandelt. Hierbei werden unter Heranziehung eines reichen, ausgezeichnet reproduzierten Bildermaterials auch archäologische und urzeitliche Tierdarstellungen neben den zoologischen Argumenten verwertet. Die Gewinnung der Haustiere aus Wildtieren durch den Menschen und ihre morphologischen und physiologischen Veränderungen unter dem Einfluß der Domestikation und ihrer Umgebung sind höchst anregend und gedankenreich verarbeitet. Den allgemein biologischen folgen großangelegte Abschnitte, in denen die einzelnen Haustiergattungen nach ihrer Entstehung aus Urformen, wie die Entwicklung ihrer Zucht vom Altertum bis jetzt, nach ihren Grundlagen und heutigen Zielen, wieder mit prächtigen Bilderbeigaben, dargestellt werden, und nacheinander Pferde-, Rinder-, Schaf- und Ziegen-, Schweine-, Kaninchen- und Geflügelzucht zur Behandlung kommen.

Eine besondere Note erhält das Werk noch ferner durch die Gestaltung des ersten Abschnittes, der in temperamentvollen Ausführungen die hohe Bedeutung der Tierzucht und Tierhaltung als Kulturfaktor wie

besonders für die Volkswirtschaft hervorhebt und in sehr beherzigenswerter Weise die Steigerung der Tierproduktion, und besonders der Leistungsfähigkeit der Viehbestände, zur Erzielung der Eigenversorgung des ganzen Landes als grundlegendes nationales Wirtschaftsproblem zur Geltung bringt. Dieses Ziel kann aber durch fortschreitende wissenschaftliche Durchdringung der Landwirtschaft und durch höhere Ausbildung der Landwirte erreicht werden, für die obligatorische Fortbildungsschulen gefordert werden, so wie sie für jeden Handwerker bestehen.

E. MANGOLD, Berlin.

Brehms Tierleben in Einem Band. Frei bearbeitet von GEORG GRIMPE. Leipzig: Bibliographisches Institut 1928. XXXVI, 836 S., 21 Abb. und 60 Taf. Gr. 8°. Preis RM 25.—.

Mit dieser einbändigen Ausgabe von BREHMS Tierleben bezweckten das Bibliographische Institut, der Verlag des „Urbrehm“, und der Bearbeiter ein zoologisches Lesebuch zu schaffen, das, fern jeder lehrhaften Darstellung, einen unserer heutigen Kenntnis in großen Zügen entsprechenden Überblick über das gesamte Tierreich geben will. Die Bearbeitung geschah zwar in Anlehnung an die neueste, 13bändige Auflage des berühmten Werkes, aber doch in freier Form und unter Berücksichtigung mancher neuer Ergebnisse der zoologischen Forschung. Sie unterscheidet sich deshalb grundsätzlich von den zahllosen in letzter Zeit erschienenen BREHM-Ausgaben, die sich an die veraltete, nach Ablauf der Schutzfrist freigewordene zweite, vom Meister noch selbst besorgte Auflage des Werkes halten, meist reine Nachdrucke daraus darstellen und oft, unter völliger Verkenntung der eigentlichen Absichten A. E. BREHMS, gewisse Stellen, z. B. grausige Jagdberichte, allzu vermenschlichende Tiergeschichten usw., zusammenhangslos herausgreifen. Allerdings brachte es bei vorliegender Bearbeitung der begreifliche Wunsch, sich nicht nur auf eine geringe Zahl bekannter Tierformen zu beschränken, sondern alle, auch weniger bekannte Gruppen mit gleicher Sorgfalt zu behandeln, ganz von selbst mit sich, daß auf langatmige Beschreibungen einzelner Arten verzichtet werden mußte. Doch wäre es müßig, darüber zu rechten, ob diese Bearbeitung deshalb wirklich noch den Namen „BREHMS Tierleben“ verdient. Sie darf ihn insofern tragen, als sie versucht, ganz im Geiste des Meisters BREHM die Liebe zur Tierwelt zu wecken und deren Kenntnis zu vertiefen, auch wenn sie — des beschränkten Raumes wegen — von der Darstellungsweise BREHMS oft abweichen muß. Der Bearbeiter hofft, dem zoologisch interessierten gebildeten Laien, der sich nicht in den großen „BREHM“ mit seiner Überfülle von Tatsachen erst einarbeiten kann, mit diesem Buche einen Dienst erwiesen zu haben. Es darf zweifellos als Empfehlung gelten, daß ein Teil des unübertrefflichen Bildschmuckes der neuesten Auflage dem Werke beigegeben werden konnte.

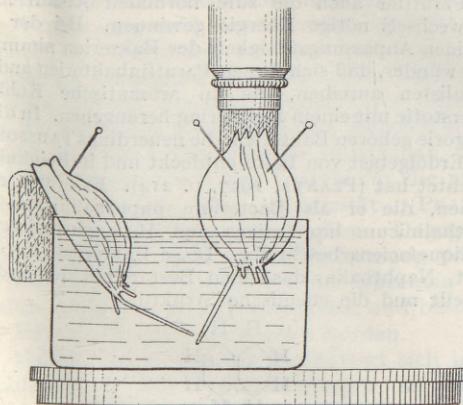
Autoreferat.

Botanische Mitteilungen.

Die Induktion von Mitosen auf Entfernung. Im Jahre 1924 hat GURWITSCH über aufsehenerregende Versuche berichtet, bei denen es geglückt ist, von Organ zu Organ Kernteilungen auszulösen, und zwar auch dann, wenn die Organe nicht in direktem Kontakt miteinander stehen. Selbst von Organextrakten kann eine solche Wirkung ausgehen. Eine nähere Analyse ergab, daß es sich hier um eine Strahlungswirkung handeln mußte, wobei die Strahlen sich geradlinig durchs Milieu fortpflanzen, aber anscheinend auch in gekrümmten

Organen Brechungen erleiden können. Es ist von Bedeutung, daß diese vielfach mit einer gewissen Skepsis aufgenommenen Versuche neuerdings eine Bestätigung von botanischer Seite erfahren haben, und zwar durch N. WAGNER, der mit Wurzeln von *Allium cepa* (Zwiebel) und *Vicia Faba* (Saubohne) arbeitete (Planta 3. 1928). Die Versuche mit *Allium* schließen sich direkt an entsprechende Experimente aus der Schule des russischen Forschers an. Bei beiden Objekten wurde folgende Methode angewandt: zwei Wurzeln wurden derart

montiert, daß die Spitze der einen, von der die Induktion ausgehen sollte, senkrecht gegen die Wachstumszone der anderen, zu induzierenden gerichtet wurde. Als räumliche Distanz wurde 3 mm gewählt (s. Fig.). Da beide Wurzeln lebhaft weiterwachsen, so wurde durch ständige Verschiebung dafür Sorge getragen, daß während des Ganges der Experiments die gegenseitigen räumlichen Beziehungen der Wurzeln gewahrt blieben. Ein Teil der Serien wurde in Wasser, ein anderer im feuchten Raum angestellt, indessen führten beide Versuchsreihen zu demselben Ergebnis. Dieses Ergebnis kann dahin gekennzeichnet werden, daß von der induzierenden Wurzel tatsächlich ein Reiz ausgeht, der sich bei der induzierten Wurzel in einer wesentlichen Steigerung der Kernteilungen auf der Flanke äußert, die der induzierenden Wurzel zugekehrt war. Die mitogenetische Strahlung gelangt also mit Deutlichkeit zum Ausdruck. Um das zahlenmäßig festzulegen, wurden die so vorbehandelten Wurzeln in üblicher Weise eingebettet, mit dem Mikrotom geschnitten und hierauf wurden die Kernteilungsspindeln abgezählt, die auf der gereizten Flanke und auf der Gegenflanke



Erklärung im Text.

liegen. Natürlich mußten solche Zählungen in größter Menge vorgenommen werden, um den Zählungen die notwendige variationsstatistische Sicherheit zu geben, da sich auch bei unbehandelten Wurzeln immer gewisse Schwankungen des Mittelwertes der Kernteilungszahl ergeben. Aber es stellte sich ganz deutlich heraus, daß auf der Reizfläche fast durchweg ein beträchtlicher durchschnittlicher Überschuß an Teilungsspindeln vorhanden war, der im Extrem über 70% erreichte und so ganz merkbar über der Fehlergrenze lag. Freilich war dieses Ergebnis nicht immer gleich drastisch und zeichnete sich am deutlichsten ab, wenn mit älteren Wurzeln gearbeitet wurde, Wurzeln also, die nach den Untersuchungen von WAGNER an sich eine geringere Kernteilungszahl aufweisen. WAGNER sucht das so zu erklären, daß die „mitogenetische Strahlung“ dann um so wirksamer ist, wenn sich das in Frage kommende Gewebe in trägem Teilungszustand befindet, während dann, wenn an sich schon lebhafte Teilung stattthat, eine innere Grenze für weiteren Teilungszuwachs gesetzt ist. Es bildet eine schöne Ergänzung zu diesen Studien, daß fast gleichzeitig eine weitere Arbeit von M. A. BARON erscheint, die sich mit der Induktion von Kernteilungen bei der Zwiebel beschäftigt, nur liegt der wesentliche Unterschied darin, daß hier die mitogenetische Strahlung nicht von Zwiebelwurzeln selbst ausging, sondern von Bakterienstämmen, die auf Agar

gezogen wurden (Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2, 73. 1928). Wie das schon GÜRWITSCH beobachtet hatte, kann also eine solche Beeinflussung durch Strahlung auch von einem ganz fremdartigen Organismus ausgehen, in diesem speziellen Fall sogar von Organismen, die selbst über keine Kerne verfügen. BARON ging so vor, daß er die Alliumwurzeln vor das Fensterchen einer kleinen Heizkammer montierte, in der sich die Agarkulturen der Bakterien befanden, und zwar war das Fensterchen genau auf die Wachstumszone der in normaler Richtung nach unten wachsenden Wurzeln gewendet. Um die Deutung ausschalten zu können, daß aus dem Fensterchen etwa Gase austreten, die ihrerseits Kernteilung auslösen, wurde das Fensterchen mit einer Quarzlamelle sorgfältig abgedichtet. Zu den Versuchen wurden Stämme von *Bacillus Anthracoides*, *B. coli* und *Sarcina flava* herangezogen. Die induzierten Wurzeln, die 2–3 Stunden vor dem Fensterchen expoziert standen, wurden in derselben Weise, wie dies N. WAGNER getan hat, in Längsschnitte zerlegt und die Kernteilungsspindeln an der Reiz- und der Gegenflanke abgezählt. Dann wurde der Überschuß der Spindeln an der Reizflanke in Prozente umgerechnet („Induktionseffekt“). Dieser Induktionseffekt bewegte sich zwischen rund 25 und 60%. Also auch hier zeichnet sich eine unverkennbare Beeinflussung ab. Freilich ist hinzuzufügen, daß nicht alle herangezogenen Bakterienkulturen der verzeichneten Arten gleich wirksam sind, immer wieder stellen sich einzelne Versager ein, und BARON spricht die Vermutung aus, daß die mitogenetische Strahlung nur bei jungen, virulenten Bakterienkulturen zu erzielen ist.

Es muß der Zukunft überlassen bleiben, diese interessanten Beobachtungen auf eine breitere jeden Zweifel gegenüber gesicherte Grundlage zu stellen und vor allem zu ermitteln, was wir uns des näheren unter dieser mitogenetischen Strahlung zu denken haben und ob, wie GÜRWITSCH meint, vielleicht Beziehungen zu ultravioletter Strahlung bestehen.

Zur Waldgeschichte Frankreichs. Während die Erforschung der Waldgeschichte Deutschlands auf Grund pollenanalytischer Studien schon recht weit fortgeschritten ist und sich auch hinsichtlich der Schweiz die Daten in letzter Zeit mehren, klapft in Frankreich, wenn wir von ganz vereinzelten Angaben in der Literatur absehen, noch eine große Lücke. Hier fügt sich nun als neuer Baustein eine Mitteilung von DENIS, ERDTMAN und FIRBAS ein, die sich auf hochgelegene Moore in der Auvergne bezieht (Arch. d. Bot. 1927). Die 5 analysierten Moore bewegen sich in einer Höhenlage von 1150–1250 m. Nur in einem Fall (La Barthe) reichen sie zeitlich so weit zurück, daß die Entwicklung noch unter dem Zeichen des ersten kühlen Abschnittes der Postglazialzeit mit einer reinen Kiefer-Birkenperiode beginnt (59% Kiefer und 41% Birke). Alle anderen Bäume, die mehr Wärme zu ihrem Gedeihen verlangen, fehlen noch. An diese Phase schließt sich in La Barthe eine ausgeprägte Hasel-Eichenmischwaldperiode an mit ca. 50% Eichenmischwald und 270% Hasel¹. Die Erle erscheint, der sich mit deutlicher Verspätung die Buche und die Tanne anschließt. Erst in diesem Abschnitt setzen drei weitere von den Mooren ein, während das letzte noch nachhinkt. Die weitere Entwicklung kann nun dahin charakterisiert werden, daß sich nun mehr die Tanne und die Buche an die Spitze

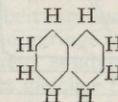
¹ Nach bestimmten Gepflogenheiten wird der Pollen der Hasel besonders berechnet, weswegen 100% überschritten werden können.

emporarbeiten, wobei sich die Tanne bis ca. 50%, die Buche bis ca. 70% erhebt. Beim Lac Bourdouze, beim Moor von Bargeresse und beim Moor von Pont de Clamouze eilt der Tannengipfel dem Buchengipfel voran. Im einzelnen wäre noch zu sagen, daß zur Zeit des Eichenmischwaldes, der im Extrem bis zu 65% Pollenvertretung erlangen kann, offenbar wärmeres Klima geherrscht hat, als zu Gegenwart, in der die Eiche nur bis zu 1000 m emporsteigt. Das ist auch aus der Tatsache zu erschließen, daß in diesem Abschnitt der Entwicklung einmal Pollen der wärmeliebenden *Juglans* gefunden wurde. Sehr auffällig ist der Umstand, daß Fichtenpollen der ganzen Schichtfolge fehlt. Hierin offenbart sich ein deutlicher Kontrast zu der Entwicklung im Schweizer Jura, in den Alpen und im Schwarzwald, um nur diese weiteren Nachbargebiete zu nennen. Sonst besteht große Übereinstimmung hinsichtlich der Waldfolge: Kieferzeit-Hasel-Eichenmischwaldzeit-Tannen-Buchenzeit, und besonders die Sukzession: Tanne-Buche ist für die Gebirgslagen der Schweiz und Südwestdeutschlands ungemein bezeichnend. Es steht zu hoffen, daß sich nun bald weitere Arbeiten über Frankreich anschließen, damit sich das allgemeine Bild noch mehr rundet und sich die Frage entscheiden läßt, ob das Fehlen der Fichte nur zufälliger Natur ist. Diese Vermutung findet eine Stütze in der Tatsache, daß anderwärts schon Reste der Fichte in frühen Abschnitten des Postglazials von Frankreich gefunden worden sind.

Über intracelluläre Symbiose bei holzfressenden Käferlarven. Mehr und mehr häufen sich in den letzten Jahren — vor allem im Anschluß an die bekannten BUCHNERSchen Arbeiten — die Angaben über symbiotische Beziehungen zwischen bestimmten Tierklassen und Pilzen bzw. Bakterien. Dieses Thema schlägt auch eine neue Arbeit von E. HEITZ an (Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 7. 1927). Im speziellen handelt es sich um das Auftreten von hefeartigen Organismen in blindsackartigen Anhängen des Darmes von holzfressenden Käferlarven aus der Familie der Anobiinen und der Cerambyciden. Diese Verknüpfung konnte bei recht verschiedenen Gattungen festgestellt werden. Das dauernde Zusammenleben wird dadurch garantiert, daß die weiblichen Tiere an den Austrittsstellen des Genitalapparates besondere „Beschmierdrüsen“ besitzen, von denen aus die abgehenden Eier mit den Hefen beladen werden. Beachtenswert ist die Tatsache, daß die Tiere im Imagostadium keine symbiotischen Darmbewohner mehr aufweisen. Das deutet darauf hin, daß die Hefen bei der Holzverdauung irgendwie beteiligt sind. Die fertigen Käfer leben von Blüten-säften und so sind die Hefen entbehrlich. Welcher Art freilich die Beteiligung ist, konnte nicht ermittelt werden. Es ergab sich kein Hinweis auf das Vorhandensein von Cytasen, welche die Cellulose aufschließen, und so weist HEITZ auf die Möglichkeit hin, daß die Stickstoffbilanz vielleicht in Frage kommt, die bei der Ernährung mit Holz gefährdet ist. Es sind von anderer Seite aus Hefen namhaft gemacht worden, welche den Luftstickstoff assimilieren können. Diese Frage bedarf weiterhin noch einer dringenden Analyse. Auffällig ist jedenfalls die Beobachtung, daß eine Cerambyciden-gattung (*Saperda*), die sich von den lebenden Zellen des Wucherungscambiums ernährt, keine Hefen besitzt. Das ist auch für verschiedene anderen Familien zugehörige Käfergenera nachgewiesen, die ihre Nahrung von lebender pflanzlicher oder tierischer Beute beziehen.

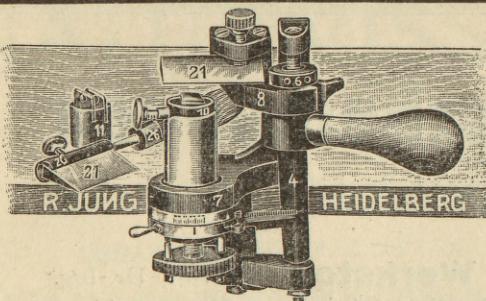
Weiterhin fehlen die intracellulären Symbionten auch bestimmten im Holz lebenden Käfern, die in ihren Minergängen Pilzkultur treiben und den Pilzbelag der Wände abweiden, also andere Quellen für ihren Stoffwechsel nutzbar machen (Ambrosiapolze aus der Familie der Ipiden und Lymexyloniden). Die notwendige Materialanreicherung wird hier von den Ambrosiapolzen besorgt, die das Holz weithin mit ihrem Mycel durchwuchern. Für andere Holz- und Borkenkäfer aus der Familie der Lucaniden und Buprestiden wird dann noch eine intra- bzw. extracelluläre Symbiose mit gewissen Bakterien namhaft gemacht. Bei *Potosia cuprea* (Melolonthinen), die von abgestorbenen Tannennadeln lebt, konnte gezeigt werden, daß die in Frage kommenden Bakterien offenbar cellulosevergärende Fermente ausscheiden. Dieser gedrängte Überblick tut kund, wieviel Probleme hier noch ihrer Lösung harren.

Naphthalin als Kohlenstoffquelle für Bakterien. In einem früheren Band dieser Zeitschrift wurde über Bakterien berichtet, die ihren Kohlenstoffbedarf mit Paraffin, also einem Kohlenwasserstoff mit offener Kette, zu decken vermögen und aus der Verbrennung des Paraffins auch die zum normalen Ablauf ihres Stoffwechsels nötige Energie gewinnen. Bei der ungemeinen Anpassungsfähigkeit der Bakterien nimmt es nicht wunder, daß sich diesen Paraffinbakterien andere Spezialisten anreihen, die an aromatische Kohlenwasserstoffe mit einem Benzolring herangehen. In diese Kategorie gehören Bakterien, die neuerdings TAUSSON in dem Erdölgebiet von Baku entdeckt und in Reinkultur gezüchtet hat (PLANTA, 1927, p. 214). Er erhielt drei Formen, die er als *Bacterium naphthalinicum*, *B. naphthalinicum liquefaciens* und *B. naphthalinicum non liquefaciens* beschreibt. Diese Bakterien sind befähigt, Naphthalin, das einen Bestandteil des Erdöls darstellt und die chemische Struktur



besitzt, als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle auszubeuten. Es handelt sich hierbei um einen aromatischen Kohlenwasserstoff mit doppeltem Benzolring. Wie der Abbau des Naphthalins im einzelnen erfolgt, konnte nicht eindeutig ermittelt werden indessen deuten die Beobachtungen darauf hin, „daß die Oxydation von Naphthalin durch Bakterien mit einer gleichzeitigen Sprengung der beiden Ringe des Moleküls verbunden ist“. Ihren Stickstoffbedarf decken die naphthalin-oxydierenden Bakterien mit Nitrat oder Ammoniumsalzen; sie sind also hinsichtlich der Stickstoffernährung autotroph. Dafür, daß es noch eine Reihe von weiteren Organismen gibt, in deren Lebenshaushalt cyclische Kohlenwasserstoffe eine maßgebende Rolle spielen, existieren in der Literatur einzelne zerstreute Angaben, so daß man mit einer weiten Verbreitung dieser Erscheinung rechnen darf. Standörtlich sind die Bakterien, welche die aliphatischen, und diejenigen, welche die aromatischen Kohlenwasserstoffe auszunützen vermögen, häufig miteinander vergesellschaftet, eine Erscheinung, die bei dem gemeinschaftlichen Vorkommen der beiden Verbindungsgruppen in der freien Natur nicht auffallen kann. Das bildet wieder einen der vielen Hinweise darauf, daß es kaum irgendwelche Milieubedingungen gibt, auf die sich die Bakterien nicht einzustellen vermögen.

STARK.



Mikrotome für alle Zwecke von übertrifftener Leistung
Mikrotommesse aus eigener Werkstatt, nach wissen-
schaftlich-technischem Verfahren hergestellt
Schleifen sämtlicher Mikrotommesse
Preisliste kostenfrei

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Hauptfragen der Reichsbahnpolitik

Von
Dr. Kurt Giese, Hamburg

IX, 186 Seiten. 1928.
Preis RM 14.—; gebunden RM 15.50

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Beilsteins Handbuch der organischen Chemie

VIERTE AUFLAGE

Die Literatur bis 1. Januar 1910 umfassend

Herausgegeben von der

Deutschen Chemischen Gesellschaft

Bearbeitet von

Bernhard Prager, Paul Jacobsohn †, Paul Schmidt und Dora Stern

Soeben erschien:

Elfter Band:

Isocyclische Reihe

Mono- und Polysulfinsäuren, Oxy- und Oxo-Sulfinsäuren, Sulfinsäuren der Carbonsäuren, Mono- und Polysulfonsäuren, Oxy- und Oxo-Sulfonsäuren, Sulfonsäuren der Carbonsäuren und der Sulfinsäuren, Selenin- und Selenonsäuren.

IX, 443 Seiten. 1928. Gebunden RM 90.—

Erster Band:

Leitsätze für die systematische Anordnung.
Acyklische Kohlenwasserstoffe. Oxy- und Oxo-Verbindungen. XXXV, 983 Seiten. 1918.
Gebunden RM 128.—

Zweiter Band:

Acyklische Monocarbonsäuren und Polycarbon-
säuren. VIII, 920 Seiten. 1920.
Gebunden RM 116.—

Dritter Band:

Acyklische Oxy-Carbonsäuren und Oxo-Carbon-
säuren. X, 958 Seiten. 1921.
Gebunden RM 118.—

Vierter Band:

Acyklische Sulfinsäuren und Sulfonsäuren.
Acyklische Amine, Hydroxylamine, Hydrazine und weitere Verbindungen mit Stickstoff-
Funktionen. Acyclische G-Phosphor-, G-Arsen-, G-Antimon-, G-Wismut-, G-Silicium-Verbindungen und metallorganische Verbindungen.
XVI, 734 Seiten. 1922. Gebunden RM 94.—

Fünfter Band:

Cyclische Kohlenwasserstoffe. VI, 796 Seiten.
1922. Gebunden RM 100.—

Sechster Band:

Isocyclische Oxy-Verbindungen. X, 1285 Seiten.
1923. Gebunden RM 162.—

Siebenter Band:

Isocyclische Monooxo-Verbindungen und Poly-
oxo-Verbindungen. VIII, 955 Seiten. 1925.
Gebunden RM 128.—

Achter Band:

Isocyclische Oxy-Oxo-Verbindungen. VIII,
616 Seiten. 1926. Gebunden RM 80.—

Neunter Band:

Isocyclische Monocarbonsäuren und Poly-
carbonsäuren. XI, 1063 Seiten. 1926.
Gebunden RM 160.—

Zehnter Band:

Isocyclische Oxy-Carbonsäuren und Oxo-Car-
bonsäuren. XII, 1124 Seiten. 1927.
Gebunden RM 164.—

Aus den Neuerscheinungen

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Der bildsame Zustand der Werkstoffe. Von Dr.-Ing.

A. Nádai, a. o. Professor an der Universität Göttingen. Mit 298 Textabbildungen. VIII, 171 Seiten. 1927. RM 15.—, gebunden RM 16.50

Über die Fließbewegung in plastischem Material, das aus einem Zylinder durch eine konzentrische Bodenöffnung gepreßt wird, mit besonderer Berücksichtigung des Dickschen Strangpreßverfahrens. Ein Beitrag zur Mechanik der plastisch-deformablen Körper von Dr.-Ing. **Hermann Unckel**. Mit 45 Abbildungen im Text und auf 11 Tafeln. IV, 66 Seiten. 1928. RM 8.—

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenmetallographie. Von Dr. **Richard Glocker**, Professor für Röntgentechnik und Vorstand des Röntgenlaboratoriums an der Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 256 Textabbildungen. VI, 377 Seiten. 1927. Gebunden RM 31.50

Die praktische Nutzanwendung der Prüfung des Eisens durch Ätzverfahren und mit Hilfe des Mikroskopes. Kurze Anleitung für Ingenieure, insbesondere Betriebsbeamte. Begründet von Dr.-Ing. **E. Preuß** †. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von Dr. **G. Berndt**, Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden, und Dr.-Ing. **M. v. Schwarz**, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu München. Mit 204 Figuren im Text und auf 1 Tafel. VIII, 198 Seiten. 1927. RM 7.80, gebunden RM 9.20

Rostfreie Stähle. Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „Stainless Iron and Steel“ von **J. H. G. Monypenny** in Sheffield. Von Dr.-Ing. **Rudolf Schäfer**. Mit 122 Abbildungen im Text. VIII, 342 Seiten. 1928. Gebunden RM 27.—

Die elektrolytischen Metallniederschläge. Lehrbuch der Galvanotechnik mit Berücksichtigung der Behandlung der Metalle vor und nach dem Elektroplattieren. Von Direktor Dr. **W. Pfanhauser**. Siebente, wesentlich erweiterte und neubearbeitete Auflage. Mit 383 Textabbildungen. XIV, 912 Seiten. 1928. Gebunden RM 40.—

Metallniederschläge und Metallfärbungen. Praktische Anleitung für Galvaniseure und Metallfärbere der Schmuckwaren- und sonstiger Metall verarbeitenden Industrien. Von Dipl.-Ing. **F. Michel**, Direktor der Staatlichen Probieranstalt, Lehrer an der Kunstgewerbeschule in Pforzheim. Mit 15 Abbildungen. VIII, 179 Seiten. 1927. RM 6.90