und Meeren untergesunken sind. Die Wirkungsweise des Apparates wird durch vorstehende, dem Original entsprechende Abbildung erläutert und ist genau die gleiche wie diejenige des modernen; an Stelle der beiden Schaufeln sind Halbzylinder benutzt, statt der beiden Ketten, die das Instrument beim Hinabsenken offenhalten, dienen vier je zu zweien an den beiden Halbzylindern befestigte Seile *ká*, *b₁á*, *s₁á*, *já*, die so lange festgehalten werden, bis das Instrument den Boden erreicht hat. Dann läßt man, wie die Beschreibung sagt, das diese 4 Seile tragende Seil *áq* etwas los, dadurch werden die 4 Seile schlaff; dann bewirkt man durch Ziehen an einem weiteren Seil *mf*, daß sich die beiden Halbzylinder schließen. „Man zieht dann an diesem Seil so, daß das Instrument herauskommt und sich zeigt, und man alles, was sich in ihm befindet und von ihm festgehalten wird, nehmen kann.“ Eine nach den genauen Angaben der arabischen Schriftsteller im hiesigen physikalischen Institut vorgenommene Rekonstruktion des Instrumentes erwies seine vollkommene Brauchbarkeit.

Erlangen, den 31. Dezember 1915.

J. Würschmidt.

Besprechungen.

Auerbach, Felix, Das Zeißwerk und die Carl-Zeiß-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung. 4. umgearb. u. verm. Aufl. Jena, Gustav Fischer, 1914. VI, 200 S., 149 Abbild. und 1 Bildnis. Preis geh. M. 2,40, geb. M. 3,—.

Wenn man in diesen Kriegszeiten die Darstellung des Zeißwerkes von Auerbach durchblättert und flüchtig zunächst nach den Abbildungen sich Arbeits- und Wirkungskreis dieser Anstalt vergegenwärtigt, so wird man naturgemäß zunächst von den Erzeugnissen gefesselt, die in diesem Krieg unmittelbar zum Nutzen unserer Landesverteidigung dienen. Die Abteilungen für Photographie, für Erdfernrohre und militärische Instrumente, für Entfernungsmessung und stereophotogrammetrische Verfahren finden die erste Aufmerksamkeit des Lesers. Die kurze, aber geschickt auf das Wesentliche gerichtete Darstellung nimmt dann schnell gefangen, und so kommt man von einem Kapitel zum andern und lernt die Entwicklung des ganzen Unternehmens nach den beiden Hauptabschnitten kennen, unter denen das Buch sie zeichnet: Wissenschaft und Technik, sowie Wirtschaft und Wohlfahrt. Und wenn man dann am Schluß die Eigenart des Zeißwerkes überblickt, so tritt es in eine ganz andere Beziehung zu dem Kriege als bei dem ersten flüchtigen Einblick. Wir sehen ein im ganzen und im einzelnen hervorragendes Beispiel dessen, was unsere deutschen Betriebe auf die immer mehr beneidete Höhe gehoben hat, von der dieser Krieg uns mit Gewalt wieder stürzen sollte. Wir erkennen überall das gemeinsame, auf ein großes Ziel gerichtete Wirken der geistigen Kräfte streng wissenschaftlichen Denkens, gesicherten technischen Könnens und planvollen wirtschaftlichen Ordens. Zugleich lernen wir die persönliche Note würdigen, die an den verschiedensten Stellen immer wieder durchklingt und von dem überragenden, durchaus schöpferischen Geist Abbés zeugt, der für das ganze große Unternehmen die Richtwege des Fortschritts und der Entwicklung bestimmt hat; der Tüchtigkeit zu erkennen und zu selbständiger, sich einordnender Betätigung zu bringen wußte; der die Art des Betriebes

so auszugestalten bemüht war, daß der Mitarbeitende in dem Unternehmen selbst die Schulung erhält, die den Fortgang auf den einmal eingeschlagenen Bahnen gewährleistet durch den Grundsatz, daß die Sache über der Person steht; und der so mit allen Mitteln menschlicher Voraussicht Sorge getragen hat, die Entwicklung des Werkes von persönlichen Zufälligkeiten hemmender Art freizumachen und auf der durch die sachlichen Vorzüge gewonnenen Höhe zu halten.

An der Hand des Buches dem Wirken dieser geistigen Kräfte nachzuspüren, ist zum mindesten ebenso reizvoll und lehrreich, wie daraus kennen zu lernen, was an einzelnen Methoden, Instrumenten und Einrichtungen gezeitigt ist. Denn bei aller Kürze der Darstellung erhalten wir doch eine umfassende wissenschaftliche und wirtschaftliche und auch persönliche Entwicklungsgeschichte. Um so weniger Wert hätte es, hier in der nun noch viel mehr gebotenen Beschränkung Einzelheiten aneinanderzureihen. Ich möchte daher nur den einen schon genannten Grundsatz noch nach einer besonderen Richtung betonen: die Sache über alles! Nach ihm hat Abbe auch die Stellung, die dem wissenschaftlich-technischen Einzelbetrieb im Rahmen der gemeinsamen Belange aller optischen Werkstätten zufällt, dahin festgelegt, daß er die wissenschaftliche Erkenntnis weiterbilde und verbreite, aus der sie zuletzt doch alle ihre eigentliche Kraft ziehen.

Das tragende Grundwerk für den Aufbau der optischen Werkstätten von Carl Zeiß war bekanntlich die völlige Neuschöpfung für die Theorie der mikroskopischen Abbildung, die Abbe um 1870 gelang. Trotzdem hat es über 20 Jahre gedauert, bis eine ausführliche Darstellung dieser Theorie für die Öffentlichkeit gegeben wurde. Und diese kam nicht von Abbe, sondern von Czapski, einem jüngeren Gelehrten, der 1885 als sein persönlicher Assistent in die optische Werkstätte eingetreten war. Abbés Zurückhaltung in der Veröffentlichung lag aber lediglich in der Tatsache begründet, daß ihn die Theorie, man könnte sagen, überstürzend zu immer neuen Aufgaben der Anwendung trieb, deren tatsächliche Lösung mit vollem Einsatz der ganzen Arbeitskraft herbeizuführen seiner geistigen Natur weit mehr entsprach, als eine auf Mitteilung der Theorie und Beschreibung der danach gestalteten Instrumente gerichtete Arbeit am Schreibtisch. Um so willkommener war ihm, daß ein anderer ihn entlastete und die Darstellung seiner geistigen Arbeit übernahm, so daß nun auch andere Werkstätten in den Besitz der wissenschaftlichen Erkenntnis kamen, die ihnen ein Nachstreben auf dem in Jena eingeschlagenen Wege und die Aufnahme des Wettbewerbes in der Fabrikation ermöglichte.

Abbe empfand das mit Genugtuung und ohne jeden Gedanken an eine mögliche geschäftliche Benachteiligung der von ihm geleiteten Werkstätte. Er freute sich, daß seine Gedanken und Ideen, die er bisher nur in seinem Beruf als akademischer Lehrer und im persönlichen Verkehr mit seinen Mitarbeitern in der Werkstätte, hier allerdings aufs freigiebigste, mitgeteilt hatte, nun auch allgemein der wissenschaftlichen und praktischen Optik zur Benutzung und Weiterbildung zugänglich geworden waren. Es entsprach das seiner Überzeugung, der er auch in seinem Handeln zu folgen bemüht war, daß neue Erzeugnisse wissenschaftlicher Arbeit als Allgemeingut für die Fortbildung der Sache uneigennützig preisgegeben werden sollten. Er wollte aus diesem Grunde auch lange Zeit von keinem Patentschutz für die Erzeugnisse der optischen Werkstätte

etwas wissen. Das war nun allerdings praktisch doch nicht durchführbar. Die Notwendigkeit, das Zeißwerk auch wirtschaftlich in jeder Beziehung förderlich zu gestalten, hat zu immer neuen Patentnahmen gezwungen.

Aber der Geist *Abbes*, der freigegeben wissen wollte, was der Wissenschaft dienen könnte, ist dennoch in dem Zeißwerk erhalten geblieben. Die Veröffentlichungen, die aus den Arbeiten der Werkstätten entsprungen und, ich möchte sagen, aus ihrer ganzen geistigen Atmosphäre hervorgegangen sind, haben, auch wenn es sich dabei nicht um schöpferische Großtaten von der Bedeutung der Abbeschen Leistung handelte, wiederholt uneigennützig der Sache der optischen Arbeitsgemeinschaft in hohem Maße gedient und haben Kenntnisse von geschäftlichem Wert doch nicht um dieses Wertes willen unter Verschuß gelassen. Ich entsinne mich z. B. gern des Urteils, das mir gelegentlich der Leiter einer anderen optischen Werkstätte über *v. Rohrs* Theorie und Geschichte des photographischen Objektives aussprach: seine klassische Darstellung sei für jeden praktischen Optiker eine Fundgrube für immer neue Anregungen. Und solcher Veröffentlichungen aus den Kreisen der optischen Werkstätte von *Carl Zeiß* sind mehr als eine erfolgt. — Möge dieser immer wieder auf die Gemeinsamkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis aller optischen Arbeitsstätten gerichtete Geist in dem Zeißwerk lebendig bleiben, und möge er befruchtend wirken auf die Mitstrebenenden zu gleichem Sinn und gleichem Handeln.

Auf diesen guten Geist des Zeißwerks hinzuweisen, der auch aus dem Auerbachschen Buch überall hervorleuchtet, erschien mir von besonderem Wert; und ebenso erscheint es mir von Bedeutung, noch einmal an den Eingang dieser Besprechung anzuknüpfen und zu betonen, daß der hier zuletzt ausgesprochene Gedanke ein scharfes Licht auch auf die wahren Ursachen und auf die große Entscheidungsfrage dieses Krieges zu werfen vermag. Aber das soll der Leser mit sich selbst ausmachen.

Walter Stahlberg, Berlin-Steglitz.

Poske, F., Didaktik des physikalischen Unterrichts. Didaktische Handbücher für den realistischen Unterricht an höheren Schulen. Herausgegeben von A. Höfler und F. Poske. Leipzig, B. G. Teubner, 1915. X, 428 S. und 33 Fig. Preis M. 12,—.

In der großen, auf 10 Bände projektierten Sammlung von didaktischen Handbüchern für den realistischen Unterricht an höheren Schulen, von der bisher 3 Bände veröffentlicht sind, ist vor einiger Zeit als vierter Band die Didaktik des physikalischen Unterrichts erschienen. Sie ist verfaßt von F. Poske, der sich seit langer Zeit große Verdienste um die Vertiefung und Ausgestaltung des physikalischen Unterrichts erworben hat, in weiten Kreisen als Herausgeber der Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht bekannt ist und die geeignetste Kraft für die Abfassung dieses Buches war.

Diese Handbücher sind ein Niederschlag der großen, vor wenigen Jahrzehnten beginnenden Bewegung unter den Lehrern der naturwissenschaftlichen Fächer an höheren Schulen, aus eigenem Antrieb und aus eigener Kraft den Unterricht in diesen Disziplinen zu heben und zu fördern, so daß er auch in der allgemeinen Wertschätzung steigen und aus seiner mehr oder weniger kümmerlichen Aschenbrödelstellung, insbesondere an den Gymnasien, herauskommen könne. Dieser Arbeit, an der sich, um nur einige Namen zu nennen,

Bernhard Schwalbe, F. Poske, J. Kießling sowie der kürzlich auf dem Felde der Ehre gefallene *Grimsehl* besondere Verdienste erworben haben, ist nun auch der Erfolg nicht versagt worden. Wer, wie der Berichterstatter, noch die kümmerliche Art des Physikunterrichts an Gymnasien, der eigentlich nur ein mehr oder weniger verkappter Mathematikunterricht ohne jedes Experiment, ohne jeden physikalischen Apparat, eine „Schwamm- und Kreidephysik“ war, am eigenen Leibe erfahren hat, sieht mit Neid auf die jetzige Schülergeneration, die, mit geringen Ausnahmen, einen wirklichen Physikunterricht mit Versuchen, Schülerübungen usw. genießt. Gibt es doch Schullaboratorien, die in manchem besser ausgestattet sind als manches Hochschullaboratorium.

Das Buch zerfällt in drei scharf voneinander getrennte Abschnitte. Der erste Abschnitt „Allgemeines über Physik und physikalischen Unterricht“ bringt allgemeine Betrachtungen über Aufgaben und Ziele der Physikalischen Forschung und die sich daraus ergebenden Forderungen für die Gestaltung des Unterrichts in der Physik. Die Auseinandersetzungen, die Poske in dieser Einleitung über die eigentümliche Stellung gibt, die die Physik durch die Verbindung von reiner Beobachtung, mit Absicht angestelltem Experiment, logischer Verknüpfung der experimentell ermittelten Tatsachen einnimmt, sind, wie bei dem für diese Fragen seit langem besonders interessierten Verfasser nicht anders zu erwarten, in hohem Grade anregend. Poske stellt hierbei mit Recht als wesentlich die *Aufstellung von Problemen* in den Vordergrund, die sich aus dem ursprünglichen naiven *θαυμάσιον*, dem „Sich wundern“ als erstem Anstoß zu einer höheren Betrachtung der Erscheinungen der Umwelt, ergeben und dann zu dem Versuch führen, durch zielbewußt angestellte Experimente näheren Aufschluß zu erhalten. Besonders betont Poske sodann auch die Gleichwertigkeit von Induktion und Deduktion in der physikalischen Forschung gegenüber denjenigen Ansichten, die nur eine dieser beiden als allein fördernd gelten lassen wollen. So stellt nun Poske als Forderung auf: „Die Methode der Physik muß auch die Methode des physikalischen Unterrichts sein.“ Er fügt aber auch hinzu: „Nicht die Wege im einzelnen, sondern die Methode, d. h. die Art des Vorgehens, soll im Unterricht die gleiche sein wie in der Wissenschaft.“ Es ergibt sich daraus die Forderung, nicht einseitig eine induktive oder eine deduktive Unterrichtsweise anzuwenden, etwa gar, wie es oft vorgeschlagen wurde, die erstere für die Unterstufe, die zweite für die Oberstufe, sondern eben eine zweckmäßige Verbindung beider.

Insbesondere soll also mit Aufstellung von Fragen, von Problemen begonnen werden, z. B.: Warum ist ein Stein im Wasser leichter als in der Luft? Wie entsteht das Bild in einem Spiegel? Poske sieht es als Hauptaufgabe an, den Sinn für „Problemphysik“ zu wecken. Besonders wendet sich Poske gegen das von manchen, z. B. von *Grimsehl*, empfohlene Verfahren, einige Gebiete der Physik ganz fortzulassen, dafür bestimmt ausgewählte Kapitel möglichst gründlich zu behandeln. Sollte die Zeit zur gründlichen Durchnahme aller Teile der Physik nicht reichen, so empfiehlt Poske, wohl mit Recht, einen Wechsel der Methode, so daß einzelnes heuristisch, anderes dogmatisch behandelt wird. Von diesen Gesichtspunkten aus werden weiterhin die Einzelfragen des Unterrichts, der häuslichen Aufgaben, des Experimentes in der Schule und namentlich der in neuerer Zeit erfreulicher-

weise so sehr in den Vordergrund tretenden Schülerübungen behandelt. Hierbei warnt er besonders vor Schematisieren und tritt lebhaft dafür ein, hierin dem Lehrer möglichst freie Hand zu lassen. *Poske* meint, bei der Neuheit des Gegenstandes sei eine eingehende Besprechung noch nicht tunlich. Man wird diesen Verzicht bedauern; es wäre gerade wohl von Interesse gewesen, von einem so erfahrenen Lehrer der Physik über diesen doch augenblicklich im Vordergrund des Interesses stehenden Gegenstand Erfahrungen und eingehende Vorschläge zu hören. Doch mag es sein, daß die Zeit dafür noch nicht reif ist.

Der zweite Teil enthält sodann eine nähere Besprechung des physikalischen Unterrichts auch der Unterstufe, während der dritte Teil dasselbe für die Oberstufe bringt.

Natürlich wird es immer zum Teil Geschmackssache, zum Teil Zeitfrage sein, wieviel von jedem Zweig der Physik in der betr. Klasse gebracht werden wird, immerhin sind aber doch durch die Lehrpläne gewisse Grenzen für den Stoff gegeben und gefordert. Die Lehrerwelt wird dem Verfasser für die Sorgfalt, mit der er diese beiden Teile behandelt und in sie seinen reichen Schatz von Erfahrungen und Kenntnissen verarbeitet, lebhaftesten Dank wissen und gern zu diesem Buch greifen, um sich daraus Rat zu holen über die zweckmäßigste Behandlungsweise des jeweilig vorliegenden Stoffes. Es ist in diesen beiden Abschnitten eine Fülle höchst anregender Betrachtungen verstreut, die auch für den Hochschullehrer von Interesse sind; es sei beispielsweise nur auf den Abschnitt über Zentrifugalkraft hingewiesen. Besonders dankbar werden auch einige Beispiele von Unterrichtsstunden aufgenommen werden.

Am Schluß sind noch die Meraner Lehrpläne und der Lehrplan der bayrischen Oberrealschulen mitgeteilt, ferner die Einheiten und Formelzeichen des AEF. Selbstverständlich wird gerade auf dem Gebiete des Unterrichtes niemals vollständige Einheitlichkeit erzielt werden können. Die Ansichten über Methode und Grenzen des Unterrichtes werden immer mehr oder weniger auseinandergehen. Mit großem Freimut erwähnt *F. Poske* selbst an mehreren Stellen die von den seinigen gänzlich abweichenden Ansichten von ebenfalls in der Unterrichtstechnik erfahrenen und maßgebenden Autoren wie *Grimshel*, *Kiefling* u. a. Es ist überaus auffallend, zu sehen, daß oft in prinzipiellen Fragen des Unterrichtes die Meinungen selbst der erfahrensten und erfolgreichsten Lehrer weit auseinandergehen. Man wird daraus wohl die Folgerung ziehen dürfen, daß im letzten Grunde das Unterrichten eine Kunst ist, die in sehr verschiedener Weise ausgeübt werden und ihr Ziel erreichen kann, daß die Persönlichkeit des Lehrenden ausschlaggebend ist und daß ein allgemein gültiger Weg nicht angegeben werden kann und auch nicht angegeben werden soll. Trotzdem wird ein Führer, der so gründlich durchdacht und auf einer so reichen Erfahrung aufgebaut ist wie das vorliegende Buch, für den angehenden Lehrer in Physik von allergrößtem Nutzen sein.

F. A. Schulze, Marburg.

Physikalische Mitteilungen.

Messungen der ausgestrahlten Energie einer Lichtquelle geben, selbst nach Ausschluß des Ultrarot und Ultraviolett durch geeignete Filter, noch kein Maß für die vom Auge empfundene Helligkeit, da dieses für die einzelnen Wellenlängen eine sehr verschiedene Empfindlichkeit besitzt. Setzt man sie für die Wellen-

länge 0,55 μ gleich 100, so hat sie nach Messungen von *Ives* für einige andere Wellenlängen die folgenden Werte

Wellenl.:	0,44	0,48	0,50	0,53	0,55 μ
Empf.:	2,9	15,4	36,3	91,2	100,0 %
Wellenl.:	0,57	0,60	0,62	0,64	0,68 μ
Empf.:	94,8	63,5	38,7	17,5	2,6 %

Will man deshalb aus Energiemessungen, etwa mit einer Thermosäule, direkt die Lichtstrahlung erhalten, so muß man vor dieselbe ein Filter setzen, dessen Durchlässigkeitskurve mit der Empfindlichkeitskurve des Auges möglichst vollkommen identisch ist. Ein solches besteht nach *Karrer* (*Phys. Rev.* 5, S. 189, 1915) aus einer 1,4 cm dicken Schicht von 41,085 g Kupferchlorid ($\text{CuCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$) in 1 Liter destilliertem Wasser, einer 1,46 cm dicken Schicht von 0,834 62 g Kaliumbichromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)/Liter und einer 1,4 cm dicken Schicht von 5,8712 g Ferrichlorid ($\text{FeCl}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$)/Liter. Die Lösungen werden in einen dreiteiligen Trog, der durch Quarzplatten verschlossen ist, gefüllt. Da die Ferrichloridlösung sich an der Luft verändert, muß sie alle zwei Tage erneuert werden. Man kann sie auch durch eine Lösung von 0,0515 g Jod + 0,4047 g Jodkalium in 1 Liter Wasser ersetzen. Die Substanzen müssen außerordentlich rein sein und möglichst von derselben Firma bezogen werden. Die Größe der von der Durchlässigkeitskurve dieses Filters und der Abszissenachse eingeschlossenen Fläche weicht nur um 2,9 % von der Fläche der Empfindlichkeitskurve des Auges ab. Diese Differenz fällt aber praktisch nicht so sehr ins Gewicht, da die Hauptabweichungen im äußersten Blau liegen, wo die Intensität der meisten Lichtquellen sehr gering ist. Mit einem derartigen Filter kann eine Thermosäule als **objektives Photometer** und somit als **künstliches Auge** dienen. *H. E. Ives* und *E. F. Kingsberry* (*Phys. Rev.* 6, S. 319, 1915) benutzen zu demselben Zweck ein anderes Filter. Es besteht aus einer 1 cm dicken Schicht (in einem Glastroge) einer Lösung, welche in 1 Liter Wasser 60,0 g Kupferchlorid, 14,5 g Kobaltammoniumsulfat, 1,9 g Kaliumchromat und 18,0 cm³ Salpetersäure (vom spez. Gewicht 1,05) enthält. Außerdem muß eine mindestens 2 cm dicke Wasserschicht in den Strahlengang geschaltet werden, um die benutzte Thermosäule gegen Erwärmung zu schützen und das Ultrarot völlig zu absorbieren. Die Durchlässigkeitskurve der angegebenen Lösung ist gegen die Empfindlichkeitskurve des Auges im ganzen etwas nach Rot hin verschoben. Für Präzisionsmessungen benutzt *H. E. Ives* (*Phys. Rev.* 6, S. 334, 1915) eine andere Vorrichtung, die aus einem Apparat zur spektroskopischen Farbensynthese entstanden ist. Die Strahlung der Lichtquelle wird spektral zerlegt und passiert dann eine Blende, deren Form der Empfindlichkeitskurve des Auges (unter Berücksichtigung der Absorption im Prisma des Spektralapparates) entspricht; die Strahlung wird dann auf die Lötstelle eines empfindlichen Vakuum-Thermoelementes konzentriert, das aus Legierungen von Wismut und Zinn einerseits und Wismut und Antimon andererseits besteht. Zum Abhalten der zerstreuten Strahlung muß noch eine 1 cm dicke Schicht einer dreiprozentigen Kupferchloridlösung eingeschaltet werden. Ein solches künstliches Auge kann nicht nur zu Helligkeitsvergleichen, sondern, nach dem Einsetzen entsprechender Blenden, auch für Farbmessungen nach dem Dreifarbensystem dienen. Bestimmt man einmal die Strahlung einer Lichtquelle mit vorgesetztem Filter