

Die Bodenazidität in Unterrichtsversuchen.

Von Dr. R. Nelkenbrecher in Berlin-Spandau.

Der Ackerboden ist ein sehr empfindlicher Organismus. Soll er leistungsfähig bleiben, so muß er gesund erhalten werden. Jeder Eingriff in den Ackerboden, sei es Pflügen, Eggen, Walzen, sei es vor allem das Ausstreuen von Düngemitteln, löst aber nun eine Reihe von physikalischen, chemischen und biologischen Vorgängen aus, die in innerem Zusammenhange zueinander stehen, Gefüge und Zusammensetzung der Ackererde beeinflussen und sich besonders in der Bodenreaktion auswirken. Hinsichtlich der Gesunderhaltung unserer Ackerböden ist daher die Bodensäurefrage, die mit dem Kalk- bzw. Basengehalt zusammenhängt, von wesentlicher wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung.

Versuche 1 bis 5.

Versuch 1: Man leite in Kalkwasser so lange Kohlendioxyd ein, bis das entstandene Calciumkarbonat vom Kohlendioxydüberschuß gelöst ist.

Versuch 2: Man zerreiße möglichst fein etwas Kalifeldspat, übergieße das Pulver mit gewöhnlichem Leitungswasser, lasse das Gemisch unter öfterem Umschütteln mehrere Tage stehen, filtriere und prüfe das Filtrat mit Phenolphthalëin. — Es tritt Rötung ein.

Versuch 3: Man ziehe einen Buchweizen- oder Maiskeimling in den üblichen Wasserkulturen in einer mit Leitungswasser hergestellten $\frac{1}{2}\%$ -igen Natronsalpeterlösung auf und prüfe nach einigen Tagen die Reaktion der Lösung mit Phenolphthalëin. Die Lösung reagiert alkalisch.

Versuch 4: Man wiederhole den Versuch mit einer $\frac{1}{2}\%$ -igen Chlorkaliumlösung. — Die Lösung reagiert, mit Methylrot geprüft, nach einigen Tagen sauer. (Vor Prüfung etwa vorhandene Kohlensäure austreiben!).

Versuch 5: Man wiederhole den Versuch mit Roggenkeimlingen und einer $\frac{1}{2}\%$ -igen Ammoniumsulfatlösung. — Die Lösung reagiert nach einigen Tagen sauer¹.

Basenverlust der Ackererde.

Der Kalk- bzw. allgemein Basenvorrat des Ackerbodens geht im Laufe der Jahre zurück. Kalkentzug und Basenverarmung haben folgende Ursachen: Das Wasser und das Kohlendioxyd, denen als hauptsächliche Ursachen der Gesteinsverwitterung die Ackererde ihre Entstehung verdankt, sind auch weiterhin an der Arbeit. Sie lösen die in der Ackererde vorhandenen Karbonate auf (Versuch 1) und zersetzen die Silikate (Versuch 2), wobei leicht lösliche Bikarbonate entstehen, die unter Umständen aus dem Boden ausgewaschen werden. Infolge der Atmung der Pflanzenwurzeln, der Zersetzung organischer Substanz und der Lebenstätigkeit der Bodenbakterien bilden sich gerade in den sich in guter Kultur befindlichen Böden reichliche Mengen Kohlendioxyd. Es finden deshalb vor allem in den landwirtschaftlich genutzten Böden durch Verwitterung, Verwesung und hindurchsickernde Wasserströme große Basenverluste statt.

Auch die Kulturpflanzen tragen in erheblichem Maße zur Basenverarmung des Ackerbodens bei. Die Basenmenge, die vor allem kalkliebende Gewächse, wie

¹ Unter Umständen reichen auch für die Versuche 3 bis 5 0,1 bis 0,2%-ige Lösungen aus.

z. B. die Luzerne, während ihres Wachstums der Ackererde entziehen, geht dem Boden mit der Ernte verloren.

Endlich kommen die künstlichen Düngemittel als Ursache der Basenverarmung in Betracht. Man unterscheidet Boden- und Pflanzendünger nach ihrer Wirkung auf Boden und Pflanze. Die Bodendünger sollen den Ackerboden in einen guten Kulturzustand versetzen. In erster Linie Bodendünger sind die Kalkarten, wie Mergel, Kalksteinmehl und gebrannter Kalk. Die Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kalidünger dagegen sollen nur zur Ernährung der Pflanzen dienen. Sie sind deshalb Pflanzendünger. Wird ein Feldstück mit Natronsalpeter gedüngt, dann nehmen die Pflanzenwurzeln aus der Bodenlösung quantitativ größere Mengen NO_3 -Ionen als Na-Ionen auf (Versuch 3). Die überschüssigen Na-Ionen geben zur Bildung von Alkalien Anlaß. Man bezeichnet den Natronsalpeter daher als ein physiologisch-alkalisches Düngemittel. Physiologisch-alkalisch, wenngleich schwächer, sind noch der Kali- und der Kalksalpeter. Die physiologisch-alkalischen Düngemittel reichern den Boden an Basen an und sind darum kalk- bzw. basenschonend. — Aus den Kali- und Ammoniumsalzen nehmen die Pflanzenwurzeln in quantitativ größerer Menge Kationen auf (Versuche 4 und 5). Der Überschuß an Anionen gibt in der Bodenlösung zur Entstehung von Säuren Anlaß. Daher nennt man diese Düngemittel physiologisch sauer. Physiologisch sauer sind die hochprozentigen Kalisalze, schwefelsaures Kali, Chlorkalium und schwefelsaure Kali-Magnesia, die Kalidüngesalze¹, stärker die Kalirohsalze, die Handelsmarken „Kainit“ und „Karnallit“, und die Ammoniumsalze, das salzsaure Ammoniak (Düngesalmiak) und das schwefelsaure Ammoniak. Bei den Ammoniumsalzen tritt noch die Nitrifikation als versauernd wirkend hinzu. Die sich aus den Düngesalzen im Boden abspaltenden Säuren werden durch den Bodenkalk und andere basische Bodenbestandteile neutralisiert. Es entstehen Salze, die teilweise nicht oder nur schwach absorbiert und daher ausgewaschen werden. Die physiologisch sauren Düngemittel und die Ammoniumsalze sind kalk- bzw. basenzehrend. Auf jeden Zentner ausgestreuten Kainits z. B. rechnet man einen Zentner Kalkverlust.

Durch die genannten Ursachen gehen Jahr für Jahr erhebliche Mengen an basischen Stoffen, insbesondere an Kalk, verloren. Diese Verluste können im Jahr auf den Hektar 300 bis 400 kg, unter Umständen sogar 500 bis 600 kg Kalk betragen.

Versuche 6 bis 14.

Versuch 6: Man zerreibe etwas Desmin (Strahlsiedestein; ein zeolithisches Mineral, das z. B. in Island vorkommt. Beim Erhitzen im Reagensglase schäumt es auf), bringe das Pulver in einen Kolben, übergieße es mit verdünnter Essigsäure und lasse das Gemisch unter öfterem Umschütteln 2 bis 3 Tage stehen. — In der überstehenden Flüssigkeit läßt sich Calcium nachweisen.

Versuch 7: Man bringe 30 g Ackererde, die mit Salzsäure nicht aufbraust, in eine Kochflasche, übergieße sie mit verdünnter Natronlauge, die eben noch von Phenolphthalëin gerötet wird, und schüttele 1 Stunde gründlich durch. Dann filtriere man. — Das Filtrat wird durch Phenolphthalëin nicht mehr gerötet. — Man wiederhole den Versuch mit verdünntem Kalkwasser.

Versuch 8: Man bringe 30 g Ackererde, die mit Salzsäure aufbraust, in eine Kochflasche, übergieße sie mit 100 ccm einer n-Natriumacetatlösung und schüttele eine Stunde gründlich durch. Dann filtriere man. — Es läßt sich im Filtrat mit oxalsaurem Ammoniak Calcium nachweisen.

Versuch 9: Man wiederhole den vorstehenden Versuch mit einer 7,5%-igen Chlorkaliumlösung.

¹ Nach H. KAPPEN (Die physiologische Reaktion der Düngesalze) wirken Kalisalze zwar in Nährkulturen, aber nicht im Boden versauernd. — Im Ackerboden verlaufen die Vorgänge infolge Basenaustausch und Pufferung (s. später) wesentlich anders.

Versuche 10a und b: Man wiederhole die Versuche 8 und 9 unter Benutzung von Ackererde, die nicht mit Salzsäure aufbraust, und prüfe das Filtrat mit Lackmuspapier oder Methylrot auf seine Reaktion. — Bei Ackererde, die keine Spur von Aufbrausen zeigt, reagiert das Filtrat meist sauer.

Versuch 11: Man wiederhole den Versuch 9 mit Erde von einem Felde, auf dem im Frühling Roggenpflänzchen gelb geworden sind. — Man prüfe das Filtrat mit GOPPELROEDERS Reagens (Morin)¹. Es läßt sich Aluminium nachweisen.

Versuch 12: Man bringe in ein Probierglas einige Kubikzentimeter solcher Erde, schichte einige Kubikzentimeter COMBERS Reagens darauf (eine 4%-ige Lösung von Rhodankalium in 95%-igem Alkohol) und schüttele etwa 5 Minuten die Erde mit dem Reagens durch. Dann lasse man das Probierglas einige Zeit ruhig stehen. — Die Lösung über der Erde hat sich rot gefärbt. Damit ist Eisen nachgewiesen.

Versuch 13: Man wiederhole Versuch 8 mit obiger Erde und prüfe das Filtrat mit Lackmus oder Methylrot auf seine Reaktion. — Das Filtrat reagiert sauer.

Versuch 14: Man löse Aluminiumchlorid in destilliertem Wasser auf und prüfe die Reaktion der Lösung. — Die Lösung reagiert sauer.

Folgen der Basenverarmung.

Versauerung von Mineralböden. — Kalkentzug und Basenverarmung haben in chemischer, physikalischer und biologischer Hinsicht schädliche Folgen.

Als Folge der Basenverarmung findet in chemischer Hinsicht eine Zerstörung der zeolithischen Silikate und der Humate des Bodens statt. Nur der Abbauprozess an den zeolithischen Silikaten ist in seinen Einzelheiten klargelegt. Nach R. GANSSEN enthalten die zeolithischen Silikate auf 3 bis 6 Moleküle Kieselsäure und 1 Molekül Tonerde rund 1 Molekül Base. Dies ist das kennzeichnende Molekularverhältnis der Zeolithe gesunder Böden. Nach Verbrauch des Bodenkalks greifen die kalkzehrenden Säuren, vor allem die Kohlensäure, diese zeolithischen Silikate an. Letztere erleiden dadurch einen Basenverlust, während der Gehalt an Kieselsäure und Tonerde annähernd derselbe bleibt. Dieser Basenabbau kann so weit gehen, daß der Basengehalt auf die Hälfte des ursprünglichen und darunter sinkt. Analysen von Permutit nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure (vgl. Versuch 6) ergaben, daß das Verhältnis von Kieselsäure und Tonerde nahezu unverändert geblieben ist, dagegen das Verhältnis zwischen Base (Alkali) und Kieselsäure sich zugunsten der letzteren verschoben hat². Im Verhältnis zum Basengehalt hat in solchen abgebauten Silikaten der Kieselsäuregehalt zugenommen. Man hat deshalb die durch den Basenabbau hervorgerufenen Erscheinungen als Versauerung und in ihrer Rückwirkung auf den Boden als Bodenversauerung bezeichnet. Zeolithische Silikate sind die bodenkundlich wirksamen Bestandteile der Mineralböden, humusarmer Ton-, Lehm- und Sandböden. Gesunde und saure Mineralböden weisen somit kennzeichnende Unterschiede in der molekularen Zusammensetzung ihrer zeolithischen Silikate auf. Beim Versauern der Mineralböden sinkt der Basengehalt der zeolithischen Silikate derart, daß auf 3 bis 6 Moleküle Kieselsäure und 1 Molekül Tonerde nur noch der Bruchteil eines Moleküls Base kommt.

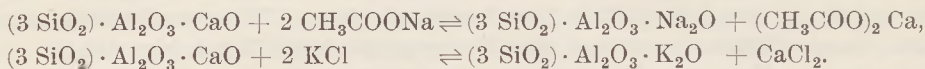
Mit steigender Versauerung erlangt ein Mineralboden in zunehmendem Maß eine neue Eigenschaft, nämlich ein Bindungsvermögen für basische Stoffe (Versuch 7). Je ärmer der Boden an Basen geworden ist, desto mehr hat er das Bestreben und ist er imstande, Basen aufzunehmen. Die an Basen verarmten zeolithischen Silikate werden dann mit Hilfe der zugesetzten basischen Stoffe wieder aufgebaut, bis das für unabgebaute Zeolithe charakteristische Molekularverhältnis $3 \text{ SiO}_2 : 1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 1 \text{ Base}$ wieder erreicht ist. Zugleich gibt die Basenmenge, die ein Boden aufnehmen muß,

¹ Morin (Gelbholzextrakt) gibt in äthyl- oder methylalkoholischer Lösung unter Zusatz von Natriumacetat bei Gegenwart von Aluminiumsalzen starke grüne Fluoreszenz (vgl. GMELING: Handbuch der anorganischen Chemie).

² Vgl. H. KAPPEN: „Die Bodenversauerung“. Berlin: Kalkverlag, G. m. b. H.

bis seine Silikate wieder mit Basen gesättigt sind, quantitativ ein Maß für den Versauerungsgrad des Bodens ab.

Hinsichtlich dieses Basenbindungsvermögens treten auch mit zunehmender Versauerung qualitative Unterschiede auf. Bei der Einwirkung einer Salzlösung auf einen gesunden Boden findet zwischen den zeolithischen Silikaten und dem gelösten Salz, bis sich chemisches Gleichgewicht einstellt, ein Austausch der Ionen statt. Läßt man eine Lösung von Natriumacetat oder eine Chlorkaliumlösung auf einen gesunden Boden einwirken (Versuche 8 und 9), so läßt sich der stattfindende Ionenaustausch durch folgende Gleichungen ausdrücken:



Saure Böden treten mit Salzlösungen nicht mehr in den gewöhnlichen Basenaustausch ein. In dem Bestreben, ihren gesunkenen Basengehalt wieder aufzufüllen, erlangen sie die Eigenschaft, gewisse Salze zu zersetzen. Bei beginnender Versauerung ist der Boden imstande, Salze starker Basen und schwacher Säuren, sog. hydrolytisch spaltbare Salze, zu zersetzen. Ein hydrolytisch spaltbares Salz ist z. B. das essigsäure Natron. Der saure Boden reißt aus diesem Salz einen Teil des Natrons heraus, füllt damit seinen Basengehalt wieder auf und setzt eine der aufgenommenen Basenmenge chemisch gleichwertige Menge Essigsäure in Freiheit (Versuch 10a). Man nennt diesen Zustand des Bodens hydrolytische Säuerung oder hydrolytische Azidität oder sagt auch, der Boden ist hydrolytisch sauer. In der Menge der entstehenden freien Essigsäure hat man ein Maß für den Grad der hydrolytischen Säuerung. Sie wird durch Titration mit $\frac{1}{10}$ n-Natronlauge bestimmt, und die Anzahl der zur Neutralisation verbrauchten Kubikzentimeter Natronlauge ist der Ausdruck für den Grad der hydrolytischen Säuerung.

Zur Bestimmung der hydrolytischen Azidität verfährt man auf Grund der Vereinbarungen der Deutschen Landwirtschaftlichen Versuchsstationen folgendermaßen: Man schüttele 100 g lufttrockenen Feinboden¹ 1 Stunde lang mit 250 ccm einer n-Natriumacetatlösung durch², filtriere die überstehende Flüssigkeit von der Erde ab, schütte den ersten Teil des erhaltenen Filtrats weg, messe 125 ccm in einen Erlenmeyerkolben ein, setze zu diesem Teil des Filtrats einige Tropfen Phenolphthaleinlösung hinzu und titriere mit $\frac{1}{10}$ n-Natronlauge bis zur Rotfärbung. — Verbraucht man zur Titration 0 bis 4 ccm Natronlauge, dann ist der Boden schwach; 4 bis 9 ccm Natronlauge, mäßig; 9 bis 12 ccm, stark, und über 12 ccm sehr stark hydrolytisch sauer.

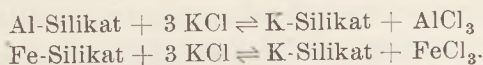
Die hydrolytische Azidität zeigt dem Landwirt den Beginn der Basenverarmung des Bodens an. Sie ist das erste warnende Zeichen, daß es mit der Kalkversorgung der Äcker schlecht bestellt ist.

Bei fortschreitender Basenverarmung bzw. Versauerung des Ackerbodens tritt zu der Fähigkeit, hydrolytisch spaltbare Salze zu zersetzen, die weitere Eigenschaft hinzu, auf Lösungen echter Neutralsalze unter Säureabspaltung einzuwirken. Sog. echte Neutralsalze, Salze starker Basen und starker Säuren, sind z. B. Kochsalz, Chlorkalium und Ammoniumsulfat. Schüttelt man stark hydrolytisch saure Ackererde mit einer 7,5%-igen Chlorkaliumlösung aus, dann reagiert der Bodenauszug sauer (Versuche 10 b und 11). Es handelt sich bei dieser Erscheinung um einen Ionenaustausch besonderer Art mit nachfolgender Hydrolyse. Normalerweise, in gesunden Böden, nehmen nur Alkalien und Erdalkalien an dem Ionenaustausch teil. In stark entbasten Böden beteiligen sich aber an diesem Austausch Metalle, die sonst fest und nicht austauschbar im Molekül der zeolithischen Silikate gebunden sind, Aluminium und

¹ In der Physik des Ackerbodens wird als „Feinboden“ der Bodenanteil bezeichnet, der durch ein 2-mm-Sieb hindurchgeht, also die Gesamtheit aller Bodenkörner unter 2 mm Durchmesser. Vgl. R. NELKENBRECHER: Die Ackererde. Diese Zeitschr. 42, 217 (1929).

² Man kann das Gemisch auch unter öfterem Umschütteln 3 Tage stehen lassen.

in geringerem Umfang Eisen. Ein mit echten Neutralsalzlösungen von einem stark hydrolytisch sauren Boden hergestellter Auszug enthält Aluminium- und Eisensalze in Lösung (Versuche 11 und 12). Läßt man z. B. eine Chlorkaliumlösung auf einen solchen Boden einwirken, so entsteht, bis sich chemisches Gleichgewicht einstellt, Aluminium- und Eisenchlorid:



Alle Aluminium- und Eisensalze als Salze schwacher Basen und starker Säuren sind aber in Lösungen dissoziiert und reagieren deshalb sauer (Versuch 14). Es kommt daher unter dem Einfluß neutral reagierender Salze zur Bildung sauer reagierender Aluminium- und Eisensalze.

Weil bei dieser Form der Versauerung ein Ionenaustausch stattfindet, nennt man diese Säuerungsform Austauschsäuerung oder Austauschazidität und bezeichnet einen Boden, der diese Säuerungsform aufweist, als austauschsauer. Austauschsaure Böden sind im übrigen auch immer hydrolytisch sauer (Versuche 10a und 13). Die Austauschsäuerung ist sozusagen eine latente Form der Versauerung. Sie tritt erst in Erscheinung, wenn der Boden eine Düngung mit neutral reagierenden Düngesalzen, wie Kalisalzen oder schwefelsaurem Ammoniak, erhält. Deshalb kann diese Säuerungsform im Gegensatz zur hydrolytischen Säuerung sehr gefährlich werden. Unsere meisten Kulturpflanzen sind gegen sauer reagierende Stoffe im Boden sehr empfindlich. Darum ist die Bestimmung der Austauschsäuerung von größter praktischer Bedeutung. Man führt diese qualitativ mit Indikatoren und quantitativ durch Titrieren mit $\frac{1}{10}$ n-Natronlauge aus.

Qualitativ prüft man Ackererde auf Austauschsäuerung nach folgenden Proben:

Probe von KAPPEN: Man bringe einen Teelöffel voll Ackererde in eine Porzellanschale, vermische die Erde mit ungefähr der gleichen Menge Kochsalz und gebe so viel Wasser dazu, daß ein steifer Brei entsteht. Dann stecke man in diesen Brei ein Stück frisches blaues Lackmuspapier hinein und prüfe nach einiger Zeit, ob sich das Papier gerötet hat. — Ist dies erfolgt, dann ist der Boden austauschsauer¹.

Probe von COMBER — Versuch 12: Färbt sich nach dem Schütteln die überstehende Flüssigkeit (COMBERs Reagens) rosa oder rot, so ist der Boden austauschsauer.

Verfahren von HASENBÄUMER: Man schüttele in einem Kolben 30 g lufttrockenen Feinboden 1 Stunde lang mit 100 ccm einer 7,5%-igen Chlorkaliumlösung aus und filtriere die überstehende Flüssigkeit von der Erde ab. Dann gebe man 10 ccm des Filtrats in ein Reagensglas, setze 4 Tropfen Methylrotlösung hinzu und schüttele kräftig durch. — Färbt sich die Lösung gelb, dann ist der Boden nicht austauschsauer; er ist schwach austauschsauer, wenn sich die Lösung orange färbt; mäßig bei Zinnoberfärbung, stark bei Karminfärbung und sehr stark austauschsauer, wenn die Färbung lila wird.

Man prüfe vor der Benutzung die Chlorkaliumlösung auf neutrale Reaktion, indem man 10 ccm mit 4 Tropfen Methylrotlösung versetzt. Die Lösung muß sich unbedingt gelb färben. — Zur Herstellung der Methylrotlösung löse man 0,5 g Methylrot in 100 ccm neutralem 90%-igen Alkohol.

Quantitativ ermittelt man nach dem Vorschlag von KAPPEN die Austauschsäuerung (Titrationsazidität) in folgender Weise:

Man wäge 100 g lufttrockenen Feinboden in eine Halbliterflasche, übergieße den Boden mit 250 ccm einer normalen Chlorkaliumlösung und schüttele 1 Stunde lang durch. Dann filtriere man, schütte den ersten Teil des Filtrats weg und pipettiere 125 ccm vom Filtrat in einen Erlenmeyerkolben. Nach Zusatz einiger Tropfen Phenolphthaleinlösung titriere man mit $\frac{1}{10}$ n-Natronlauge.

¹ Diese Probe gilt heute wegen der Empfindlichkeit von Lackmus, z. B. schon gegen Kohlensäure, als wenig brauchbar.

Man nennt die Anzahl der zur Titration verbrauchten Kubikzentimeter Natronlauge Titrationsazidität. — Werden zur Titration 0 bis 2 ccm $\frac{n}{10}$ -Natronlauge verbraucht, so ist der Boden schwach, bei 2 bis 3,5 ccm mäßig, bei 3,5 bis 7,0 ccm stark und für über 7,0 ccm sehr stark austauschsauer.

Versuche 15 bis 17.

Versuch 15: Man verschaffe sich eine Bodenprobe von einem Heidemoor, wäge 30 g davon ab, übergieße ihn in einer Kochflasche mit 100 ccm einer n-Natriumacetatlösung und schüttele 1 Stunde lang durch. Dann filtriere man und versetze 10 ccm des Filtrats mit 4 Tropfen Methylrotlösung. — Das Filtrat reagiert sauer.

Versuch 16: Man wiederhole den Versuch mit einer 7,5 %-igen Chlorkaliumlösung. — Das Filtrat reagiert sauer.

Versuch 17: Man verschaffe sich eine Bodenprobe von einem Hochmoor und wiederhole obigen Versuch mit destilliertem Wasser. — Das Filtrat reagiert sauer.

Versauerung von Humusböden.

Ein ähnlicher Basenabbau wie an den Zeolithen vollzieht sich im Boden auch an den Humaten. Dieser Basenabbau ist aber in seinen Einzelheiten noch nicht völlig klargelegt. Jedoch zeigen bei beginnender Basenverarmung die Humuskörper auch die Fähigkeit, hydrolytisch spaltbare Salze unter Freimachung der Säure (Versuch 15) und bei fortgeschrittener Basenverarmung Neutralsalze unter direkter Abspaltung der Säure zu zersetzen. Diese Zersetzung ist kein Basenaustausch mit nachfolgender Hydrolyse, sondern eine Wirkung ungesättigter Humuskörper bzw. freier Humussäuren. Diese reißen aus dem Neutralsalz die Base an sich und setzen die entsprechende Menge Säure in Freiheit (Versuch 16). Man nennt diesen Vorgang die echte Neutralsalzzersetzung. Sie ist ein Kennzeichen saurer Humusböden, wie Hoch- und Heidemoor, und, da sie erst nach einer Düngung mit einem Kali- oder Ammoniumsalz in Erscheinung tritt, eine latente Form der Bodenversauerung. Obgleich die Humussäuren an und für sich nicht pflanzenschädlich sind, kann doch infolge der durch die Rückwirkungen entstehenden freien starken Mineralsäuren der Pflanzenwuchs erheblich geschädigt werden.

Tabelle 1. Übersicht über die Aziditätsformen¹.

Name	Kennzeichen	Schädlichkeit	Ursache der Schädlichkeit	Vorkommen
Aktive oder aktuelle Azidität	Saure Reaktion des wässrigen Bodenausguges	Sehr schädlich für alle Kulturpflanzen	Wasserstoffion, daneben auch Aluminium- und vielleicht Eisenion	Selten; am ehesten bei unkultiviertem Moorboden
Neutralsalzzersetzung	Bildung freier Säure bei Behandlung des Bodens mit Neutralsalzlösung	Sehr schädlich für alle Kulturpflanzen	Wasserstoffion	Nur bei humusreichen Böden; auf Kulturböden selten
Austauschazidität	Bildung von Aluminiumsalzen bei Behandlung des Bodens mit Neutralsalzlösung	Verschieden je nach Aziditätsgrad, Empfindlichkeit der Pflanzen und nach Bodenart	Aluminium-, vielleicht untergeordnet auch Eisenion	Sehr häufig bei allen kalkarmen Böden
Hydrolytische Azidität	Bindung der Basis aus hydrolytisch gespaltenen Salzen unter Freiwerden der entsprechenden Säuremenge	Nicht unmittelbar schädlich, nur mittelbar bei schweren Böden	Verschlechterung der physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften infolge Kalkarmut	Bei allen Böden, die eine der drei anderen Aziditätsformen besitzen; für sich allein bei vielen kalkarmen und humusreichen Böden

¹ Aus A. SCHUCKENBERG: Zur Kenntnis der Pflanzenschädigungen auf sauren Böden. Zeitschr. Pflanzenernähr. Düngung Abt. A. 3, H. 2.

Auf unkultiviertem Hochmoor finden sich wasserlösliche freie Säuren und saure Salze vor (Versuch 17). Von einem solchen Boden reagiert schon ein Wasserauszug sauer. Man bezeichnet diese Erscheinungsform der Versauerung, die ein Kennzeichen unkultivierten Hochmoors ist, als aktive oder aktuelle Bodensäuerung. Ein aktiv saurer Boden zeigt auch immer die echte Neutralsalzzersetzung.

Von den physikalischen Folgen der Bodenversauerung weiß man bis jetzt noch sehr wenig. Jedoch hat man durch Feldbeobachtungen festgestellt, daß der Boden stets für das Pflanzenwachstum nachteilige Veränderungen erleidet. Vor allem verschlechtert sich die mechanische Bodenbeschaffenheit. Im gesunden Zustand ist dem Boden das Krümelgefüge eigen. Mit zunehmender Versauerung geht er mehr und mehr in die Einzelkornstruktur über. Der Boden wird dichter. Im Zusammenhang damit erhöht sich die Wasserkapazität. Der Boden wird naß und kalt.

Versuch 18: Man prüfe einen hydrolytisch und austauschsauren Boden auf Azotobakterentwicklung¹. — Schon bei 4 bis 6 cem hydrolytischer Azidität findet keine Entwicklung des Azotobakter mehr statt.

Versuch 19: Man stelle die Nitrit- und Nitratbildung in saurer Ackererde fest². — Sie erfolgt nur langsam.

Verhältnismäßig einfach lassen sich die biologischen Veränderungen in der Ackererde verfolgen. Bei beginnender Versauerung stellen die stickstoffsammelnden Bakterien, und zwar am ehesten die wertvollen Azotobakterorganismen, ihre Lebenstätigkeit ein (Versuch 18). Schon bei mäßigen Graden der hydrolytischen Säuerung, 4 bis 6 cem verbrauchte Natronlauge, sterben sie völlig ab. Der Untergang dieser Stickstoffsammler bedeutet für den Acker einen erheblichen Stickstoffverlust. Diese große Empfindlichkeit der Azotobakters gegen Bodenversauerung ist von dem dänischen Forscher CHRISTENSEN benutzt worden, um das Düngedürfnis des Bodens für Kalk festzustellen³.

Auch die Nitrit- und Nitratbakterien erleiden Hemmungen ihrer Lebenstätigkeit (Versuch 19). Eine Schädigung des Nitrifikationsvorganges findet indes erst bei starker Versäuerung statt. Empfindlich gegen Bodenversauerung sind auch die Knöllchenbakterien der Leguminosen. Eine Impfung versagt auf sauren Böden. Die Lupine bildet eine Ausnahme. Bei ihr bleibt auch in stark saurem Boden die Knöllchenbildung unbeeinflusst.

Neben dem Bindungsvermögen für basische Stoffe treten als Folgen der Basenverarmung noch weitere chemische Veränderungen im Ackerboden auf. Die Reaktion des Bodens wird sauer, und sein Pufferungsvermögen nimmt ab.

Die Bodenreaktion.

Man bezeichnet die Reaktion des Bodens kurz als „Bodenreaktion“. Sie kann alkalisch, neutral und sauer sein. In unserem humiden Klima sind Böden mit alkalischer Reaktion selten.

Man gibt die Konzentration der Wasserstoffionen in einer Lösung in Gramm-Ionen je Liter an, nennt diese Konzentration die Wasserstoffzahl und drückt sie durch das Zeichen $[H^+]$ aus. Entsprechendes gilt für die Hydroxylzahl. In jeder wässrigen Lösung ist das Produkt aus Wasserstoffzahl und Hydroxylzahl für eine und dieselbe Temperatur konstant, gleich der Dissoziationskonstante. Man hat die Dissoziationskonstante des Wassers ermittelt und bei 22° C den Wert $1 \cdot 10^{-14}$ gefunden. Demnach ist bei 22° C die Wasserstoffzahl und die Hydroxylzahl reinen Wassers gleich $1 \cdot 10^{-7}$. Das heißt, 1 Liter Wasser enthält bei 22° C $1 \cdot 10^{-7}$ Gramm Wasserstoffionen und ebensoviel Gramm Hydroxylionen. Da das Ionenprodukt $[H^+] \cdot [OH^-]$ für eine und dieselbe Temperatur denselben Wert behält, nimmt die Hydroxylzahl ab, wenn die Wasserstoffzahl zunimmt, und umgekehrt. In einer sauren Lösung ist deshalb die Wasserstoffzahl

¹ Diese Zeitschrift 42, 228 (1929).

² Diese Zeitschrift 42, 226 (1929).

³ Diese Zeitschrift 42, 229 (1929).

größer und in einer alkalischen kleiner als 10^{-7} . Bei der Hydroxylzahl liegt dies umgekehrt. Man gibt gewöhnlich die Reaktion einer Lösung durch den Wert der Wasserstoffzahl an oder einfacher, nach dem Vorschlage von S. P. L. SÖRENSEN, durch ihren negativen BRIGGSschen Logarithmus. Man nennt letzteren den Wasserstoffexponenten und bezeichnet ihn mit (p_H). Die neutrale Reaktion ist dann dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserstoffexponent den Wert 7 hat; die saure Reaktion dadurch, daß er kleiner als 7 ist und die alkalische Reaktion dadurch, daß er größer als 7 ist. Der Wert 7 ist gewissermaßen der Nullpunkt der Reaktionsskala.

Aufgabe 1: Welchen Wert hat die Wasserstoffionenkonzentration, wenn der Wasserstoffexponent $p_H = 5,32$ ist? — Lösung: $[H^+] = 4,8 \cdot 10^{-6}$.

Aufgabe 2: Gib Beispiele für Werte des Wasserstoffexponenten bei saurer und alkalischer Reaktion an.

In der Bodenreaktion (dem p_H -Wert) kommen die verschiedenen Aziditätsformen zum Ausdruck: unterhalb $p_H = 3,6$ ist freie Mineralsäure anwesend; für $p_H = 3,6$ bis $5,3$ ist der Boden aluminiumsauer (austauschsauer); zwischen $p_H = 5,3$ und $8,5$ liegt das Puffergebiet (siehe später) der Kohlensäure mit Calciumkarbonat, und oberhalb $p_H = 8,5$ ist Alkalikarbonat anwesend.

Versuch 20: Man fülle eine etwa 50 ccm fassende Flasche zu $\frac{1}{3}$ mit Erde und zu $\frac{2}{3}$ mit destilliertem Wasser, schüttele 5 Minuten gründlich durch und lasse eine halbe Stunde ruhig stehen. Dann bringe man von der überstehenden klaren Flüssigkeit etwas in die Vertiefung eines Porzellannapfes und setze einen Tropfen Methyroltlösung hinzu. — Je nach der Reaktion des Bodens tritt ein kennzeichnender Farbton auf (siehe S. 245).

Man wiederhole den Versuch mit einer Chlorkaliumlösung an Stelle von destilliertem Wasser.

Versuch 21: Man löse Chinhydron in kaltem Wasser auf, ebenso in warmem Wasser. Es ist in kaltem Wasser schwer, in warmem Wasser leichter löslich.

Man kristallisiere das Chinhydron zweimal aus einer 70°C warmen Lösung aus.

Die Ermittlung der Bodenreaktion geschieht durch Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration eines Bodenauszugs (Versuch 20). Über die Herstellung des geeignetsten Bodenauszugs gehen die Meinungen noch auseinander. Man kann deshalb die Wasserstoffionenkonzentration verschiedener Bodenauszüge nicht ohne weiteres vergleichen, sondern muß angeben, um was für einen Bodenauszug es sich handelt. Der Verband landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reich schlägt die Herstellung eines Chlorkaliumauszugs nach folgender Vorschrift vor: Man schüttele in einem Kolben 100 g lufttrockenen Feinboden mit 250 ccm einer n-Chlorkaliumlösung 1 Stunde lang und filtriere, indem man viel Boden auf das Filter bringt. Der erste Anteil des Filtrats ist wegzugießen.

Tabelle 2.

Indikator	Substanz- menge g	ccm $\frac{1}{20}$ -Natron- lauge ccm	Mit destilliertem Wasser aufzu- füllen auf Volumen ccm	Alkohol ccm	Wasser ccm
Bromphenolblau . .	0,4	12	1000	600	400
Methylrot	0,2				
Bromkresolpurpur .	0,4	14,8	1000		
Bromthymolblau . .	0,4	12,8	1000		
Phenolrot.	0,2	11,4	1000		
Thymolblau. . . .	0,4	17,2	1000		

Zur Ermittlung der Wasserstoffionenkonzentration kommen zwei Verfahren in Frage, die Indikatorenmethode und die elektrometrische Messung. Die Indikatorenmethode ist mit mannigfachen Fehlerquellen (Salzfehler, Kolloidempfindlichkeit der Indikatoren u. a. m.) behaftet. Sie ist anzuwenden, wenn es auf eine allzu große Genauigkeit nicht ankommt. Am einfachsten ist das Feldverfahren von WHERRY.

⁴ Aus E. MERCK: Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration mit Puffern, S. 15.

sich beim Auflösen in Chinon und Hydrochinon. Die Lösung enthält stets von den beiden die gleiche Anzahl Moleküle. In einer wässrigen Lösung sind Wasserstoffionen vorhanden. Von diesen tritt ein Teil zum Chinon unter Bildung von Hydrochinon hinzu. Ein Molekül Chinon nimmt zwei Wasserstoffionen auf. Diese Wasserstoffionen geben dabei ihre Ladung an eine in die Lösung eingetauchte Platinelektrode ab. Letztere erhält eine positive Spannung, die zu der Wasserstoffionenkonzentration der Lösung in einem ganz bestimmten Verhältnis steht. Man benutzt auch als Vergleichselektrode eine Chinhydronelektrode.

Die erforderlichen Gerätschaften sind außer dem Kapillarelektrometer von OSTWALD und LUTHER und der Chinhydronelektrode in unseren Schulsammlungen

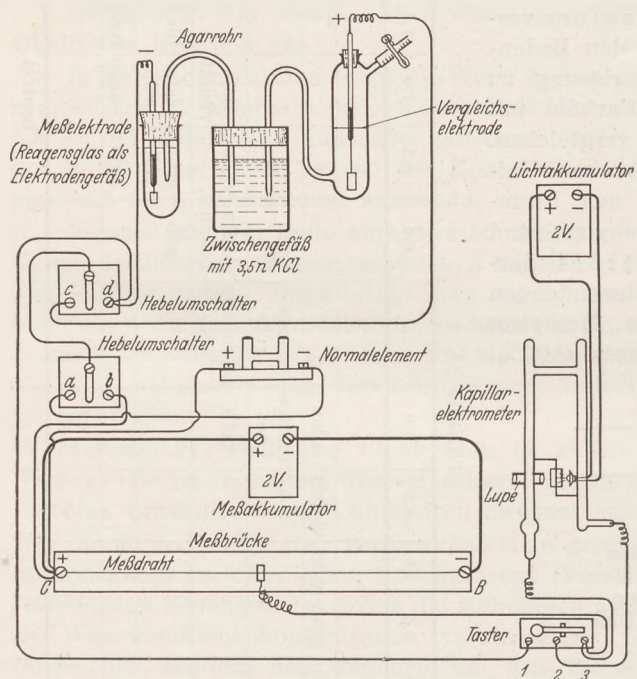


Fig. 1. Schaltschema zur Messung der Wasserstoffionenkonzentration auf elektrometrischem Wege.

vorhanden. Das Schaltschema zeigt Fig. 1. Schaltungen: *ad* Normalelement allein eingeschaltet; *ac* Konzentrationskette in Reihe mit Normalelement; *bc* Konzentrationskette allein eingeschaltet; *bd* alle Verbindungen unterbrochen; Kurzschlußtaster: 12 Messung; 23 Ruhekontakt, kurzgeschlossen. (Das Kapillarelektrometer dient als Nullinstrument; es muß dauernd bis kurz vor der Messung in sich kurzgeschlossen sein.)

Als Verbindungsflüssigkeit braucht man eine 3,5 n-Chlorkaliumlösung. Die Bezugselektrode wird mit einer Auflösung von Chinhydrone in einer Flüssigkeit gefüllt, die gegenüber Salzsäure 0,01 normal und gegen Chlorkalium 0,09 normal ist¹. Das Füllen der Bezugselektrode geschieht durch Ansaugen der Flüssigkeit. Im Glasheber, der bei der Messung in die Chlorkaliumlösung des Zwischen-

gefäßes eintaucht, dürfen sich keine Luftblasen befinden. Besondere Sorgfalt ist auf den Chlorkalium-Agarheber der Meßelektrode zu verwenden. Die Chlorkalium-Agar-masse ist ein Gemisch aus 5 g Agar, 5 g Gelatine, 76 g Chlorkalium und 180 g destilliertem Wasser. Die benötigten 5 g Agar sind 24 Stunden lang in laufendem Wasser zu wässern; die dabei stattfindende Gewichtszunahme ist auf die 180 g destilliertes Wasser in Anrechnung zu bringen.

Die Vornahme einer Messung geht folgendermaßen vor sich. Man bereite die Apparatur bis auf die Konzentrationskette vor und schalte den Meßakkumulator ein. Dann stelle man die Konzentrationskette her. Man setze die meßfertige Bezugselektrode ein und verbinde sie mit der entsprechenden Litze. Nachdem man den zu prüfenden Bodenauszug in das Röhrchen der Meßelektrode (Arbeitselektrode) gegeben hat, füge man eine Messerspitze Chinhydrone hinzu, schüttele gut durch und setze den Gummistopfen mit der blanken Platinelektrode und den Agarheber auf, wobei darauf zu achten ist, daß Platinblech und Heberende in die zu untersuchende Flüssigkeit eintauchen. — Nachdem der Meßakkumulator etwa 10 Minuten eingeschaltet war, schalte man die Kontakte *a* und *d* ein, beobachte am Elektrometer den Quecksilberfaden, drücke

¹ Man mischt gleiche Teile 0,02 n-HCl und 0,18 n-KCl und gibt nach dem Ansaugen in die Bezugselektrode eine Messerspitze Chinhydrone hinzu.

ganz kurz auf den Taster und stelle fest, ob das Elektrometer einen Ausschlag gibt, und schalte *ad* wieder auf Ruhe. Zeigt das Elektrometer einen Ausschlag, so verschiebe man den Schleifkontakt etwas aus seiner Lage und verfähre wie oben. Dies wiederhole man so lange, bis am Elektrometer kein Ausschlag mehr erfolgt. Alsdann lese man auf der Meßbrücke die Stellung des Schleifkontaktes ab. Diese betrage *p* mm. Danach schalte man die Kontakte *b* und *c* ein und verfähre in obiger Weise. Man lese jetzt *q* mm ab. Zwischen der unbekannten Spannung und der konstanten Spannung des Normalelements gilt dann die Proportion:

$$\pi : E = q : p; \text{ also } \pi = E \frac{q}{p}.$$

Die elektromotorische Kraft des Cadmium-Normal-Elements beträgt bei Zimmertemperatur 1,0185 Volt. Aus π berechnet sich der Wasserstoffexponent nach der Gleichung:

$$p_H = 2,03 + \frac{\pi}{\vartheta}.$$

Der Umrechnungsfaktor ϑ ergibt sich in Millivolt aus folgender Tabelle¹:

Temperatur .	15° C	16° C	17° C	18° C	19° C	20° C	21° C	22° C
ϑ	57,1	57,3	57,5	57,7	57,9	58,1	58,3	58,5

Versuch 22: Vor Ausführung eigentlicher Messungen untersuche man Lösungen mit bekanntem Wasserstoffexponenten, z. B. ein Standardacetatgemisch von MICHAELIS. Letzteres besteht aus 50 ccm n-Natronlauge, 100 ccm n-Essigsäure und 350 ccm destilliertem Wasser. Es werden 149,4 Millivolt oder 0,1494 Volt gefunden, und es ergibt sich bei 18° C der Wasserstoffexponent 4,62. — Ein Phosphatgemisch aus gleichen Teilen $\frac{1}{15}$ m-Monokaliumphosphat und $\frac{1}{5}$ m-Dinatriumphosphat ergibt $p_H = 6,81$.

Die Chinhydronelektrode hat den Nachteil, daß ihr Meßbereich beschränkt ist. Dieser erstreckt sich nur auf einen Meßbereich von $p_H = 2,03$ bis $7,75^2$. Von stark alkalischen Flüssigkeiten läßt sich mithin der Wasserstoffexponent mit der Chinhydronelektrode nicht ermitteln.

Versuch 23: Man stelle sich Lösungen von Aluminiumchlorid verschiedener Verdünnung her, ermittle nach der Methode von WHERRY (S. 249) oder elektrometrisch den Wasserstoffexponenten, titriere mit $\frac{n}{10}$ -Natronlauge und stelle die Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.

In der Wasserstoffionenkonzentration ermittelt man die tatsächlich zur Zeit in der Lösung vorhandene Menge an Wasserstoffionen. Man nennt sie deshalb auch „aktuelle“ Azidität. Völlig verschieden davon ist die Titrationsazidität. Durch Titration werden nicht nur die von vornherein vorhandenen freien Wasserstoffionen gemessen, sondern alle, welche überhaupt entstehen können. Löst man z. B. ein saures Salz, Aluminiumchlorid, in Wasser auf (Versuch 23), so läßt sich die Lösung genau wie eine Säure mit Natronlauge titrieren. Das Salz ist bei einer gewissen Verdünnung anfangs nur wenig dissoziiert. Nachdem dieser dissoziierte Teil von der Lauge neutralisiert ist, dissoziiert ein weiterer Teil. Dieser wird abermals neutralisiert. Das wiederholt sich, bis das ganze Salz neutralisiert ist. Die Titrationsazidität ist daher eine „potentielle“ Azidität.

Das Pufferungsvermögen des Bodens.

Das Pufferungsvermögen spielt in der physiologischen Chemie bei der Lehre von den Organflüssigkeiten eine große Rolle. Heute mißt man auch dem Pufferungsvermögen der Böden eine wichtige Bedeutung bei. Man hat darunter das Beharrungsvermögen des Bodens im neutralen Reaktionszustand oder den Widerstand, den der Boden einer Reaktionsänderung entgegensetzt, zu verstehen. Schlecht gepufferte Böden neigen rasch zum Versauern oder beim Kalken zum Alkalischwerden; gut gepufferte

¹ Ausführliche Beschreibung des Verfahrens und der erforderlichen Geräte in Druckschrift Nr. 303 von F. und M. Lautenschläger, G. m. b. H., München (Das Ionometer nach G. LÜERS).

² Für die beschriebene Anordnung; bei Vertauschung der Pole der Konzentrationskette und des Zeichens + mit — in der Umrechnungsformel auch noch zwischen 0 und 2,03.

Böden dagegen schwer. Das Pufferungsvermögen oder die Pufferwirkung beruht auf Absorptionsvorgängen in den Zeolithen und Humaten. Die Pufferwirkung des Bodens gegen Säuren bezeichnet man insbesondere noch als sein Neutralisationsvermögen.

Tabelle 5.

ccm $\frac{n}{10}$ -HCl	p_{H^-} -Werte		
	vorbe- handelter Seesand	Boden 1	Boden 2
0	6,9	8,5	5,8
1	3,1	8,45	5,2
2	2,7	8,4	4,3
3	2,6	8,34	3,9
4	2,5	8,31	3,4
5	2,4	8,27	3,2
6	2,3	8,21	3,1
7		8,19	
8	2,1	8,15	2,8
9			
10	2,0	8,08	2,6

Die Zahlen sind den Fig. 2, 3 und 13, S. 7, aus JENSEN: Über die Bestimmung der Pufferwirkung des Bodens entnommen. Int. Mitt. Bodenkunde 14, H. 3—6 (1924). (Vgl. Fig. 2, 3a und 3b.)

Versuch 24: Man verschaffe sich Seesand, behandle ihn wiederholt mit Salzsäure und ermittle von diesem so behandelten Seesand die Bodenkurve. — Sie heißt Grund- oder „Normalkurve“ (Fig. 2)³.

Versuch 25: Man ermittle die Bodenkurve eines neutralen, hydrolytischsauren und eines austauschsauren Bodens.

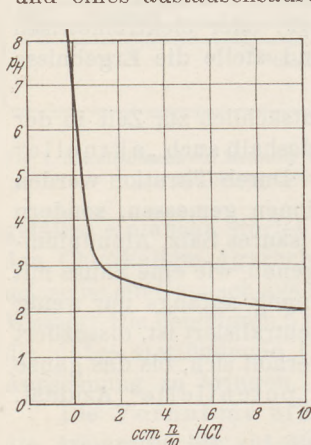


Fig. 2. Grundkurve für ausgewaschenen Meeressand.

Stellt man von einer Erdprobe die Bodenkurve auf und trägt in das Diagramm, Pufferdiagramm, die Normalkurve ein, so erhält man eine gute Übersicht über die Pufferwirkung des Bodens, wenn man die Normalkurve seitlich parallel in Richtung der Abszissenachse verschiebt, bis sie auf der Ordinatenachse durch den Kurvenanfangspunkt der Bodenkurve hindurchgeht (Fig. 3a und 3b). — Ist der Boden pufferarm, dann liegen Normal- und Bodenkurve sehr nahe aneinander. Bei gut gepufferten Böden entfernen sich beide Kurven sehr weit voneinander. Mißt man mit einem Polarplanimeter oder behelfsmäßig durch Wägung der aus Papier ausgeschnittenen Zeichnung die Größe der Fläche, welche von beiden Kurven und der begrenzenden Ordinate gebildet wird, so hat man ein Maß für das Pufferungsvermögen des Bodens. Die Fläche wird Pufferfläche genannt.

Versuch 26: Man ermittle die Pufferflächen eines neutralen, hydrolytisch sauren und austauschsauren Bodens (vgl. Versuch 25). — Neutrale Böden sind gut gepuffert, hydrolytisch saure schlecht und austauschsaure Böden sehr schlecht gepuffert.

Außer der Pufferfläche gibt es für das Pufferungsvermögen noch eine charakteristische Größe, die Pufferzahl. Man findet die Pufferzahl aus dem Pufferdiagramm,

¹ S. T. JENSEN: Int. Mitt. Bodenkunde 14, 112.

² Richtiger: nach dem Zusetzen der Salzsäure auf 100 ccm auffüllen.

³ Die Fortsetzung der Grundkurve in das basische Gebiet (Basenzweig) erhält man dadurch, daß stufenweise $\frac{n}{10}$ -Ca(OH)₂ zugesetzt wird.

Tabelle 6¹.

pH-Werte bei steigenden Zusätzen von $n/10$ -HCl											Hydro- lytische Azidität ccm	Austausch- azidität ccm	Puffer- fläche	Puffer- zahl
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
7,73	6,56	5,89	5,63	5,04	4,78	4,49	3,82	3,69	3,62	3,30	3,1	—	49,8	9,45
5,07	4,52	4,13	3,78	3,33	2,91	2,77	2,63	2,51	2,38	2,30	17,2	7,1	17,8	5,30

indem man durch den rechten Endpunkt der Bodenkurve zur Abszissenachse die Parallele bis zum Schnitt mit der Grundkurve zieht und dann den Endpunkt und Schnittpunkt auf die Abszissenachse herunterlotet (vgl. Fig. 3 b). Das auf der Abszissenachse abgeschnittene Stück gibt die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter Salzsäure an, die durch die puffernde Wirkung des Bodens zum Verschwinden gebracht sind. Diese Zahl, also die während des Titrierens gebundenen Kubikzentimeter Salzsäure, heißt Pufferzahl. — Im Zusammenhang mit der Pufferfläche erlangt man durch sie Auskunft, in welchem Bereich der pH-Skala die Pufferwirkung vorwiegend stattfindet. Haben zwei Bodenproben gleiche Pufferzahlen, dagegen verschiedene Pufferflächen, dann liegt bei dem Boden mit der größeren Pufferfläche das Gebiet des Pufferungsvermögens innerhalb der höheren Zahlen der pH-Skala.

Versuch 27: Man ermittle Pufferfläche und Pufferzahl von einem hydrolytisch- und einem austauschsauren Boden (vgl. Versuch 25 und 26). — Tabelle 6.

Bodenreaktion und Pflanzenwachstum.

Aufgabe 3: Man beobachte gelegentlich der Wandertage den Stand der Gewächse auf den Feldern, nehme sich bei kümmerlichem oder kränklichem Aussehen Bodenproben mit, notiere Pflanzenart und Art der Schädigung und untersuche die Bodenproben zu Hause. Auch das Photographieren der Pflanzen ist zu empfehlen.

Versuch 28: Man säe Hafer, Roggen, Weizen, Gerste und Luzerne in Blumentöpfe mit stark austauschsaurer Ackererde aus und versorge sie ausreichend mit Wasser. — Die Getreidearten keimen und gehen auf. Hafer bekommt einen spitzigen dürrtigen Wuchs, die Blätter zeigen eine gelbliche Färbung. Die Roggenpflänzchen werden gelb und sterben häufig ganz ab; bei fortgeschrittenem Wachstum zeigt Roggen eine wirre Haltung. Die Gerstenpflänzchen werden gelb und sterben ab oder bleiben sehr kümmerlich; die Blätter, vor allem die Blattspitzen, haben eine gelbliche Farbe. Die Weizenpflänzchen gehen nach dem Aufgehen zugrunde. Bei Luzerne stellt sich braune Randverfärbung ein².

Versuch 29: Man wiederhole den Versuch mit schwach austauschsaurer Ackererde. — Hafer und Roggen keimen, gehen auf und wachsen normal heran. Gerste, Weizen und Luzerne zeigen die oben beschriebenen Mangelschäden. — Man stelle die Reaktion der Erdproben fest (in wässriger Suspension).

¹ Beispiele entnommen aus: H. KAPPEN u. W. BERGEDER: Über die Beziehungen zwischen der physiologischen Azidität der Düngesalze und zwischen der Bodenazidität. Zeitschr. Pflanzenernähr. Düngung Abt. A 7, H. 5/6.

² Die biologischen Versuche (vgl. auch Versuch 3 bis 5 und 31 bis 33) können bzw. müssen unter Umständen abgeändert werden.

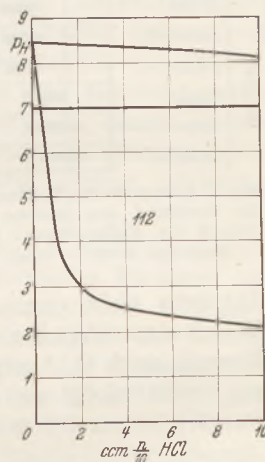


Fig. 3 a.

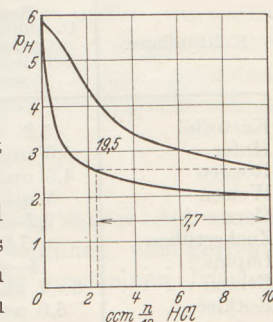


Fig. 3 b.

Fig. 3 a und b. Pufferdiagramm mit Normalkurve für zwei verschiedene Bodenproben.

Versuch 30: Man stelle Versuche mit stark gekalkter Erde (Klee-, Rübenböden) an. — Weizen, Luzerne, Roggen und Gerste wachsen heran. Beim Hafer zeigen sich auf den Blättern zwischen den Blattrippen gelbe Flecke, die ausfallen (Dörrfleckenkrankheit).



Fig. 4. Ansprüche der Kulturpflanzen an die Reaktion des Bodens. (Aus der Schrift des Kalkverlages: Die Bodenkalkung; zwei Vorträge. S. 36.)

durchaus nicht eng. Man nennt den Bereich innerhalb der beiden pH -Grenzen die Wachstumsbreite. Innerhalb der Wachstumsbreite gibt es dann noch einen engeren Bereich, nach O. ARRHENIUS sogar zwei, innerhalb dessen das Gedeihen der Gewächse am besten erfolgt und die Ernteerträge am höchsten sind, das Wachstumsoptimum. Das Wachstum der meisten Nutzpflanzen geht bei schwach saurer bis neutraler Boden-

Tabelle 7².

Kulturpflanze	Nach O. ARRHENIUS Optimum bei einem pH von	Nach TRÉNEL	
		beobachtete Wachstumsbreite zwischen pH	wahrscheinliches Optimum bei pH
Kartoffel . . .	5,2—6,3	4—8	5—6
Hafer . . .	5,6 und 8,9	4—8	5—6
Roggen . . .	4,5 und 7,8	4—7	—
Weizen . . .	5 und 7	4—8	6—7
Gerste . . .	7,2—7,4	5—8	7—8
Zuckerrüben .	7,5	6—8	6—7
Lupine . . .	4—6	4—6	4—5
Erbsen . . .	6—7 und 8,8	5—8	6—7
Rotklee . . .	6,0 und 8,4	5—8	6—7

säurefliehende (kalkfreundliche). Säureverträglich sind Kartoffel, Lupine, Hafer, Roggen, Mais und Serradella, säurefliehend Weizen, Gerste, Senf, Raps, Klee, Zuckerrübe, Futterrübe und Luzerne.

Tatsächlich findet man die in einer Gegend angebauten Hauptgewächse dem Reaktionsgrad der Böden angepaßt. Auf den Sandböden mit meist schwach saurer Reaktion findet man als Hauptfrüchte Kartoffeln und Roggen, auf den schweren Lehm-
böden, deren Reaktion meist neutral ist, Zuckerrübe, Weizen und Luzerne.

Finden die Gewächse nicht die ihnen zusagende Bodenreaktion, so zeigt sich dies äußerlich. Kalkmangelschäden kommen vor allem an kalkfreundlichen Pflanzen vor. Bei der Gerste vergilben die Blattspitzen; bei Luzerne und Rotklee stellen sich braune Ränderfärbungen ein; bei der Zuckerrübe Beinigkeit, Zwiewuchs und andere

¹ Physiologisch-saure Düngerkombination: Ammoniumsulfat, Superphosphat, Kalisalz; physiologisch-alkalische Düngerkombination: Natronsalpeter, Thomasmehl, Kalisalz. Vgl. Zeitschr. Pflanzenernähr. Düngung Abt. A. 7, H. 5/6, 291.

² Vgl. M. TRÉNEL: Zeitschr. Pflanzenernähr. Düngung Abt. B 4, H. 8, 352.

Mißbildungen. Kalküberschuß umgekehrt hat bei Hafer die Dörrfleckenkrankheit, bei der Zuckerrübe die Herzfäule und bei der Kartoffel den Schorf zur Folge. Der Schwellenwert für Kartoffelschorf auf humosem Sandboden ist $p_H = 6,2$ und für die Dörrfleckenkrankheit $p_H = 6,4$. — Die Abhängigkeit des Pflanzenwachstums von der Bodenreaktion ist somit eine betriebswirtschaftliche Frage von großer praktischer Bedeutung. Es ist möglich, die Ernteerträge zu steigern, indem man durch quantitative Kalkung und entsprechende Auswahl der Düngemittel (s. S. 247) die Bodenreaktion der angebauten Pflanze anpaßt. Auch durch eine Fruchtfolge, die der Abhängigkeit der Kulturpflanzen von der Bodenreaktion Rechnung trägt, wird dies erreicht. — Bei den Tiefwurzlern ist noch die Beschaffenheit des Untergrundes zu berücksichtigen. Zuckerrübe und Luzerne lieben z. B. einen schwach alkalischen Boden mit kalkhaltigem Untergrund.

Auch gegenüber den Aziditätsformen verhalten sich die Naturpflanzen verschieden. Die hydrolytische Säuerung ist verhältnismäßig harmlos. Nur die sehr kalkbedürftigen Gewächse Luzerne, Zuckerrübe und Raps können auf hydrolytisch sauren Böden geschädigt werden. Wesentlich gefährlicher ist dagegen die Austauschazidität. Nur die stark säureunempfindlichen Pflanzen Lupine, Kartoffel und Hafer können schwache Grade dieser Säuerungsform vertragen.

Die schädigende Wirkung saurer Mineralböden führt man auf Aluminiumionen zurück. Das Aluminiumion wird als spezifisches Wurzelgift (toxische Wirkung des Aluminiums) angesehen. Eine Schädigung von Pflanzen in sauren Böden tritt nach M. TRÉNEL und F. ALTEN¹ immer dann ein, wenn der Sauerkeitsgrad des Bodens die Bildung von Aluminiumionen aus den Abbauprodukten der Bodensilikate ermöglicht. Sinkt die Reaktion des Bodens unter $p_H = 5$, so ist diese Möglichkeit vorhanden.

Kalkmangel und Kalküberschuß machen sich am Auftreten bestimmter Unkräuter, Leitpflanzen, bemerkbar. Auf diese Weise kann man biologische Diagnosen für den Acker stellen. Leitpflanzen für Kalkmangel sind die Hundskamille (*Anthemis cotula*), die gelbe Wucherblume (*Chrysanthemum segetum*) in Massen auftretend, der Knauel (*Scleranthus annuus*), der Ackerspörgel (*Spergula arvensis*) in Reinbeständen und auch das wilde Stiefmütterchen (*Viola tricolor*). Leitpflanzen für Kalküberschuß sind wilde Kleearten.

Beseitigung der Bodenversauerung.

Versuch 31: Man säe in einen Blumentopf mit hydrolytisch saurer Ackererde Luzerne und gebe, sobald sich die Blattränder braun zu färben beginnen, eine geringe Kopfdüngung von Ätzkalk. — Die Pflanzen erholen sich; es erscheinen frische, grüne Blätter.

Versuch 32: Man wiederhole den Versuch mit Natronsalpeter oder Soda als Kopfdüngung.

Versuch 33: Man stelle den Versuch mit austauschsaurer Erde und Roggen an.

Versuch 34: Man stelle die Titrationsazidität (S. 251) der zu den Versuchen benutzten Ackererde fest.

Aufgabe 5: Man berechne die Menge CaCO_3 und CaO , welche 1 cem $\frac{n}{10}$ -Natronlauge entspricht.

Aufgabe 6: Man ermittle das Volumgewicht² des Bodens, bestimme daraus das Hektargewicht für 20 cm Krumentiefe und berechne, wieviel Kalk je Hektar 1 cem Totalazidität entspricht (die Totalazidität ist der 3,5-fache Wert der Titrationsazidität).

Zur Beseitigung einer bestehenden Versauerung ist es nötig, dem Boden basische Stoffe, etwa physiologisch alkalische Düngemittel oder Kalk in seinen verschiedenen Anwendungsformen, zuzuführen (Versuche 31 bis 33). In der landwirtschaftlichen

¹ M. TRÉNEL u. F. ALTEN: Die physiologische Bedeutung der mineralischen Bodenazidität. *Angewandte Chemie* 47, 813 (1934).

² R. NELKENBRECHER: Die Ackererde. *Diese Zeitschrift* 42, 219 (1929).

Praxis verwendet man für diesen Zweck das billigste, den Kalk; auf leichten Böden in Form von Mergel, auf schweren als Ätzkalk. Auf den Feldern, wo nur säureempfindliche Pflanzen angebaut werden, genügt die Beseitigung der Austauschsäuerung. Sollen säureempfindliche Pflanzen gedeihen, dann muß auch die hydrolytische Säuerung beseitigt werden. Da ein Überschuß von Kalk ebenfalls schädliche Folgen haben kann, so erhebt sich die Frage: Welche Kalkmenge ist zur Beseitigung der Versauerung nötig?

Nach G. DAIKUHARA berechnet man (schätzungsweise) den Kalkbedarf zur Beseitigung vorhandener Austauschsäuerung aus der Titrationsazidität, indem man letztere mit dem empirisch ermittelten Faktor 3,5 multipliziert. Man erhält auf diese

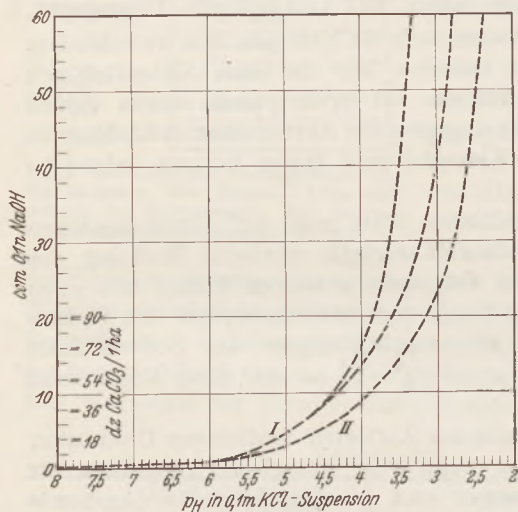


Fig. 5. Beziehung zwischen Kalkbedarf und Bodenreaktion. (Aus M. TRÉNEL: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bodensäurefrage. S. 84.)

zwischen Kalkbedarf und Bodenreaktion als Kurve darstellen (Fig. 5). Die Kurven geben die Beziehung zwischen Wasserstoffexponenten und Gesamtaazidität. Mit wachsendem Humusgehalt werden sie flacher; die Abweichung ist bis $p_H = 4,5$ aber nur gering. Saure Mineralböden unterscheiden sich im Kalkbedarf von sauren humushaltigen Böden. Daraus, daß die Kurve bei letzteren flacher verläuft, ergibt sich, daß humushaltige Böden bei gleicher Azidität einen geringeren Kalkbedarf haben als Mineralböden. Dies steht mit der Erfahrungstatsache, daß Humusböden leicht überkalkt werden, in Einklang. — Die steilere Kurve (I) kann dazu dienen, aus dem p_H -Wert den Kalkbedarf zu ermitteln, und zwar unmittelbar für schwere Böden. Für mittlere Böden sind die Werte etwa auf die Hälfte und für Sandböden auf ein Drittel zu ermäßigen. Bei deutlich humosen Böden ist die flachere Kurve (II) zur Ermittlung des Kalkbedarfs zu verwenden.

Nach den Anschauungen D. J. HISSINKS hat A. GÉHRING die Bestimmung des Kalkbedarfs ausgewertet. Es handelt sich dabei um die Bestimmung der im Boden vorhandenen absorptiv gebundenen und austauschfähigen Basen (Kalk), der S -Werte, und der Höchstmenge der Basen (Kalk), die der Boden binden kann, der T -Werte. Beide werden in mg CaO auf 100 g Boden umgerechnet. Die Größe $T - S$ gibt dann die Menge Basen (Kalk) an, welche der Boden noch zu binden vermag. Letztere kann in Kilogramm CaO auf den Hektar umgerechnet werden². Der Quotient $S/T = V$ heißt Sättigungsgrad oder Sättigungszustand des Bodens. Der Boden ist nicht kalkbedürftig,

¹ A. SCHUCKENBERG: Zeitschr. Pflanzenernähr. Düngung Abt. A 3, 67.

² Näheres in der Zeitschr. Pflanzenernähr. Düngung 8, H. 5, 257f. u. 9, H. 1, 21/22. Die Arbeit berücksichtigt nicht mehr die neueste Entwicklung auf dem Gebiet der Bodenazidität.

Weise die Gesamtaazidität für 100 g Boden. Unter Zuhilfenahme des Hektargewichts und der Tatsache, daß 1 cm n_{10} -Natronlauge 0,005 g CaCO_3 oder 0,0028 g CaO entspricht, kann man den Kalkbedarf leicht berechnen (Aufgaben 5 und 6). — Nach Schätzungen von A. SCHUCKENBERG¹ erfordert bei 30 cm Krumentiefe auf den Hektar 1 cm Gesamtaazidität auf Tonboden 2,4 dz CaCO_3 , auf Leimboden 1,8 dz CaCO_3 und auf Sandboden 1,5 dz CaCO_3 .

Ein anderes Verfahren zur Ermittlung (Schätzung) des Kalkbedarfs ist von M. TRÉNEL entwickelt worden. Nach TRÉNEL ist die logarithmisch umgerechnete Gesamtaazidität proportional der aktuellen Azidität der chlorkaliumhaltigen Aufschlammung. Ferner kann aus der Gesamtaazidität auf den Kalkbedarf des Bodens geschlossen werden. Deshalb läßt sich die Beziehung

wenn er einen Sättigungsgrad von $V = 70\%$ hat. Durch Einstellung der Größe V kann man auch den verschiedenen Ansprüchen der Kulturpflanzen an den Kalkgehalt des Bodens gerecht werden; für Kartoffeln, Roggen und Hafer z. B. durch Einstellen der Kalkgabe auf $V = 40\%$.

Für eingehendere Beschäftigung mit den angeschnittenen Fragen sei folgende Literatur empfohlen:

O. ARRHENIUS: Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Akadem. Verlagsgesellschaft, Leipzig. — H. KAPPEN: Die Bodenazidität. Berlin: Julius Springer. — E. MERCK: Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration mit Puffern. Selbstverlag. — W. MEVIUS: Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Freising-München: Dr. Datterer. — L. MICHAELIS: Praktikum der physikalischen Chemie. Berlin: Julius Springer. — M. TRÉNEL: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bodensäurefrage. Berlin: Paul Parey. — H. WIESSMANN: Quantitatives agrikulturchemisches Praktikum. Berlin: Paul Parey.

Schriften des Kalkverlags, Berlin: H. KAPPEN: Die Bodenversauerung; H. KAPPEN: Bodenazidität und Kalkdüngung; G. HAGER: Praktische Kalkdüngungsfragen; H. R. CHRISTENSEN u. J. HUDIG: Kalkzustand und Bodenuntersuchung; J. GÖRNING: Die Kalkfrage; Die Bodenkalkung: Zwei Vorträge; Saure Böden, ihre Erkennung und Gesundung.

Zeitschriften: Internationale Mitteilungen für Bodenkunde (erscheint nicht mehr); Mitteilungen der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft; Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Teil A. und B. Leipzig: Verlag Chemie G. m. b. H.

Kleine Mitteilungen.

Theorie des Synchron-Pendlers.

Von H. Bock in Hamburg.

Unter dem Namen Synchron-Pendler wird neuerdings die in Fig. 1 skizzenhaft dargestellte Apparatur in den Handel gebracht, die es ermöglicht, Turm- und andere größere Uhren durch Anschluß an ein frequenztreues Wechselstromnetz richtig zu halten. Umbauten sind dazu nicht nötig; es wird einfach ein Stift s in die Pendelstange gesetzt, den eine durch eine Kurbel k gesteuerte Lenkstange führt. Diese Kurbel wird über eine passende Übersetzung hinweg von einem an das Netz angeschlossenen Synchronmotor gedreht.

Die Beschleunigungsverhältnisse von Lenkstange und Pendel bringen ein eigenartiges Kräftespiel hervor, das untersucht werden soll. Das freie Pendel vollzieht wegen seiner endlichen Schwingweite keine rein harmonische Bewegung, und die erzwungene Bewegung des Stiftes s ist wegen der endlichen Länge der Lenkstange ebenfalls nicht harmonisch; auch verläuft die Bahn von s nicht geradlinig. Schließlich stimmt weder die Eigenschwingdauer des Pendels genau mit der Kreisfrequenz der Kurbel überein, noch hat die erzwungene Amplitude von s dieselbe Größe, wie sie die Schwingweite des freien, nur vom Uhrwerk getriebenen Pendels haben würde. Besonders stark machen sich die Abweichungen in der Kurbelstellung A bemerkbar, die wir daher der Untersuchung zugrunde legen.

Wir denken uns die Anordnung so getroffen, daß der Kurbeldrehpunkt und die Umkehrstellen von s auf einer Geraden liegen; widrigenfalls würden Hin- und Hergang des Pendels verschieden lange dauern, da dann dem Hin- und Rückwege des Stiftes verschieden große Bögen des Kurbelkreises zugeordnet wären.

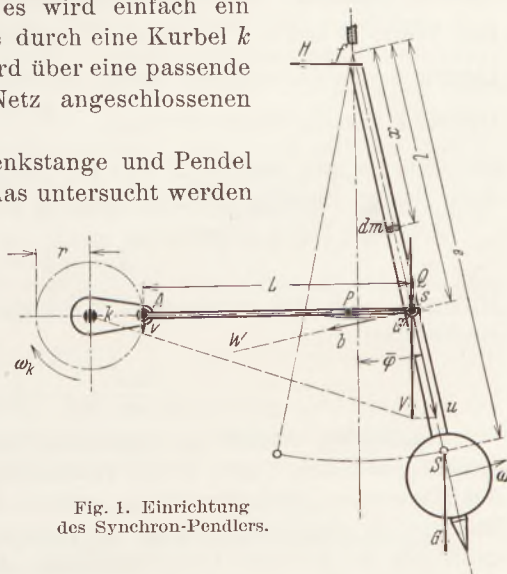


Fig. 1. Einrichtung des Synchron-Pendlers.

Ist Θ das dynamische Trägheitsmoment des Pendels und ω die Winkelgeschwindigkeit, mit der es sich um seinen Aufhängepunkt dreht, so lautet seine Bewegungsgleichung:

$$P \cdot l \cdot \cos \varphi + (G \cdot e + Q \cdot l) \cdot \sin \varphi + \Theta \cdot \frac{d\omega}{dt} = 0. \quad (1)$$

Q bedeutet hier den Anteil der Lenkstangenschwere, der auf dem Stift s lastet und die dirigierende Wirkung des Pendelgewichtes unterstützt. Die Eigenschwingdauer des freien Pendels beträgt, wenn man von der bekannten elliptischen Reihe die beiden ersten Glieder berücksichtigt:

$$T_p = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\Theta}{G \cdot e}} \cdot \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{\Theta}{G \cdot e}} \cdot (9 - \cos \varphi) \text{ sek.} \quad (2)$$

Wird weiter vorausgesetzt, daß die selbständig gehende Pendeluhr täglich Δ Sekunden gegenüber der von der Synchronuhr angegebenen „richtigen“ Zeit zurückbleiben würde, so ist:

$$\frac{T_p - T_k}{T_k} = \frac{\Delta}{24 \cdot 60^2}, \quad (3)$$

worin $T_k = \frac{2\pi}{\omega_k}$ die Umlaufdauer der Kurbel ist.

Nun muß die Beschleunigung b bestimmt werden, die der Stift s bei der Kurbelstellung A erleidet. Zu dem Zweck betrachten wir die Bewegung der Lenkstange AG . Die Lote auf den Punktbahnen von A und G schneiden sich im Punkt G , der somit instantaner Geschwindigkeitspol ist. Seine Wechselgeschwindigkeit u ergibt sich nach den Theoremen der kinematischen Geometrie so: Man projiziert aus den Krümmungsmittelpunkten der Bahnen der Punkte A und G deren instantane Geschwindigkeiten zentral nach G und erhält so zwei Projektionen (nicht Komponenten!) von u ; die eine davon ist hier $V = v \cdot \frac{L+r}{r}$ und die andere wird Null, denn der Geschwindigkeitspol ruht ja instantan. Somit hat u die eingezeichnete Größe und Richtung. Erstere hat den Wert: $u = V \cdot \frac{1}{\cos \varphi}$. Weil u zugleich Polbahntangente ist, auf der die Beschleunigung b von G senkrecht steht, so weist diese nach der Richtung W und hat die Größe: $b = u \cdot \Omega$, worin $\Omega = v/L = \frac{\omega_k \cdot r}{L}$ die Winkelgeschwindigkeit der Lenkstange ist. Wie es sein muß, fällt b in die Richtung der Tangente an die Bahn des Stiftes s , denn dessen Zentripetalbeschleunigung ist ja im ersten Augenblick Null.

Aus der Figur folgt:

$$|b| = \omega_k^2 \cdot r \cdot \frac{L+r}{L \cdot \cos \varphi} \text{ m/sek}^2. \quad (4)$$

Mithin beträgt die erzwungene Winkelbeschleunigung des Pendels in der äußersten Rechtslage:

$$\frac{d\omega}{dt} = -\omega_k^2 \cdot \frac{r}{l} \cdot \frac{1 + \frac{r}{L}}{\cos \varphi} \frac{1}{\text{sek}^2}. \quad (5)$$

Schließlich besteht im allgemeinen eine Differenz zwischen der durch die Kurbel erzwungenen Amplitude φ des Pendels und derjenigen, die es unter der Einwirkung des Uhrwerkes allein annehmen würde. Dieser Unterschied erfordert eine zusätzliche Energie-Zu- oder Abfuhr durch die Lenkstange. Doch ist die hierfür benötigte Stangenkraft von so geringer Größenordnung, daß wir von ihrer Berücksichtigung absehen können. Ihre Ermittlung würde ein genaues Eingehen auf die konstruktiven Einzelheiten der Hemmung nötig machen, das nicht zum Thema gehört. Beiläufig sei bemerkt, daß diese Zusatzkraft selbst in ungünstigen Fällen höchstens einige Zehntel Gramm erreicht.

Maßgeblich bleiben somit die Gleichungen (1) bis (5), und aus ihnen folgt für die Lenkstangenkraft P bei der kritischen Kurbelstellung A sehr genähert:

$$P = G \cdot \frac{e}{l} \cdot \left[\frac{64 \cdot r}{l \cdot (9 - \cos \varphi)^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot \left(1 + \frac{r}{L} + \frac{\Delta}{43200}\right) - \text{tg} \varphi \right] - Q \cdot \text{tg} \varphi \text{ kg.} \quad (6)$$

Die Ungleichung $\frac{r}{L} \gg \frac{\Delta}{43200}$ zeigt, daß der Hauptanteil von P auf die endliche Länge der Lenkstange zurückzuführen ist; demgegenüber verschwindet das Bestreben des Pendels, mit falscher Schwingungsdauer zu arbeiten.

Die Größe des zweckmäßigsten Gewichtsanteiles Q der Lenkstange läßt sich aus der Konstruktion abschätzen (vgl. Fig. 2). Damit die Stange im Falle des Stehenbleibens des Motors vom Stift s abgleiten und dabei das Pendel freigeben könnte, ist das Stangenende in Wirklichkeit zu einem auf s lastenden Winkel w ausgebildet. Wollte man diesen durch eine gesteigerte Kraft P' vom Stift herabziehen, so würde dazu nach bekannten Beziehungen die Kraft $P' = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varrho)$ erforderlich sein, wo ϱ der Reibungswinkel ist. Damit dies im normalen Betriebe nicht eintrete, muß also die Ungleichung Geltung haben:

$$P < P' \quad \text{oder} \quad Q > P \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varrho). \quad (7)$$

Diesen Grenzwert darf Q jedoch nicht wesentlich überschreiten, weil sonst das Pendel nach Ausbleiben des Stromes nicht rechtzeitig vom Winkel w freikommen und die Uhr stehen bleiben könnte. Wir setzen daher

$$Q = \eta \cdot P \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varrho), \quad (8)$$

worin $\eta > 1$.

Führt man diesen Wert von Q in Gleichung (6) ein und ersetzt die goniometrischen Funktionen von φ durch die Anfangsglieder ihrer Reihen einschließlich derjenigen 2. Grades, so ergibt sich für P endgültig:

$$P = G \cdot \frac{e}{l} \cdot \frac{\frac{r}{L} + \frac{\Delta}{43200} + \frac{7}{8} \cdot \bar{\varphi}^2}{1 + \eta \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varrho) \cdot \bar{\varphi}} \cdot \bar{\varphi} \text{ kg}. \quad (9)$$

Zahlenbeispiel. Es sei $G = 7 \text{ kg}$, $e = 0.9 \text{ m}$ (sog. Sekundenpendel), $l = 0.36 \text{ m}$, $r = 0.02 \text{ m}$, $L = 0.4 \text{ m}$, $\Delta = 100 \text{ Sekunden je Tag}$, $\alpha = 30^\circ$ und $\varrho = 12^\circ$ (Reibungskoeffizient $\mu = 0.212$). Dann ergibt sich die Lenkstangenkraft P nach (9) zu 47 g, wenn man η gleich 2 setzt, was praktisch genügen dürfte. Der Gewichtsanteil Q der Stange darf dann aber nach Gleichung (8) bloß 105 g betragen. — Ließe man η übrigens unbegrenzt wachsen, so näherte sich P dem Werte Null, Q aber der Grenze 950 g; d. h. dann würde P für die Kurbelstellung A durch Q bei dem gegebenen Δ überflüssig gemacht.

Um schließlich festzustellen, ob diese Horizontalkraft P der empfindlichen Pendelaufhängung gefährlich werden kann, bestimmen wir die waagerechte Komponente H derjenigen Kraft, welche die Aufhängefeder f des freien Pendels im Umkehrpunkt erleiden würde. Die Winkelbeschleunigung an dieser Stelle der Bahn wäre unter der Voraussetzung harmonischer Bewegung $\ddot{\varphi} = -\bar{\varphi} \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$, und demnach die gesuchte Kraft nach D'ALEMBERT:

$$H = \bar{\varphi} \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \int x \cdot dm = \bar{\varphi} \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \frac{G}{g} \cdot e \text{ kg}. \quad (10)$$

Das gibt bei unserm Zahlenbeispiel $H \sim 350 \text{ g}$. Die betriebsmäßige Anstrengung der Feder ist somit weit größer als die zusätzliche infolge der Tätigkeit des Synchronmotors. Um ihretwillen bedarf die Aufhängung also keiner besonderen Verstärkung.

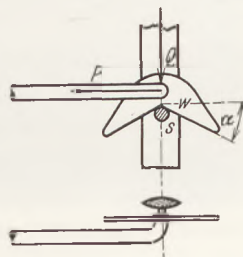


Fig. 2. Konstruktion der Stiftführung am Pendel.

Eine neue Anordnung zur Vorführung kurzer, stehender Schallwellen in Kundtschen Röhren.

Von O. Brandt und H. Freund in Köln.

Die Sichtbarmachung der stehenden Schallwellen in KUNDTSchen Röhren durch Staubfiguren ist allbekannt und wird zum Zwecke der Demonstration und Messung in vielen teils ursprünglichen, teils veränderten Anordnungen benutzt. Die Verfasser¹

¹ O. BRANDT und H. FREUND: Zeitschr. Physik 92, 385 (1934). Siehe dort auch weitere Literaturangaben.

wiesen kürzlich darauf hin, daß sich zur Vorführung allerdings die auf DVORAK zurückgehende Methode besser eignet, besonders wenn eine Schallquelle hoher Frequenz und ausreichender Energie zur Verfügung steht. Bei diesem Verfahren wird auf den Boden des Rohres eine dünne Flüssigkeitsschicht aufgebracht. Durch die in der Röhre auf-

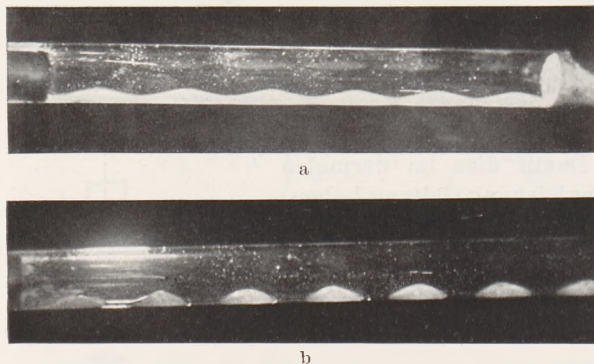


Fig. 1. KUNDTsches Rohr mit Bodenflüssigkeit, a bei geringer, b bei höherer Schallstärke.

tretenden Druckunterschiede wird die Flüssigkeit an den Schwingungsbäuchen gehoben, so daß eine Wellenlinie entsteht, wie sie in Fig. 1 a gezeigt ist. Die Abstände der Wellenscheitel betragen $\lambda/2$, wenn unter λ die Schallwellenlänge verstanden ist. Bei höherer Energie wird die Flüssigkeit an den Schwingungsbäuchen zusammengedrängt (Fig. 1 b) und bildet bei noch weiterer Energiesteigerung schmale, den ganzen Rohrquerschnitt durchsetzende Flüssigkeitshäute. Wenn

das Rohr durch eine Lichtquelle

angestrahlt wird, sind die Erhebungen in der Flüssigkeitsoberfläche auch auf größere Entfernung gut sichtbar. Zu den oben mitgeteilten Versuchen diente ein Rohr von etwa 20 cm Länge und 2 cm Durchmesser. Als Schallquelle wurde ein Magnetostruktionsschallgeber hoher Energie bei einer Frequenz von etwa 10 kHz benutzt. Ebenso gut gelingen die Versuche aber auch mit konstant angeblasenen Pfeifen von hoher Frequenz, besonders der Galtonpfeife. Für die Aufnahmen wurde als Bodenflüssigkeit in Aceton aufgeschlämmtes „Fischsilber“¹ benutzt, das wegen der starken Lichtbrechung besonders gut sichtbare Bilder ergibt. Im allgemeinen genügt Wasser.

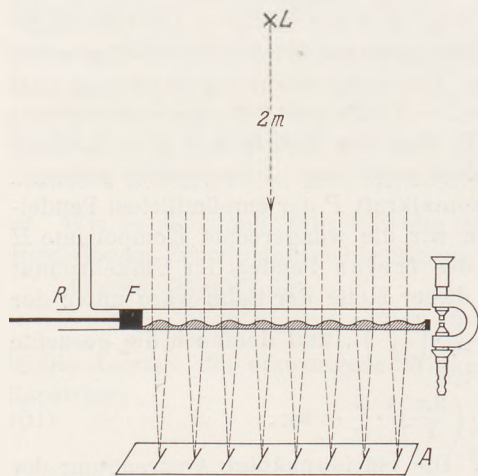


Fig. 2. Anordnung, schematisch.

Es soll im folgenden eine weitere Verbesserung der Methode mitgeteilt werden, die besonders gut zu Vorführungsversuchen geeignet ist. Die Anordnung beruht auf folgender Überlegung. Die in der Röhre entstehenden Erhebungen der Flüssigkeit wirken wie Zylinderlinsen gegenüber Lichtstrahlen, die von oben durch das Rohr fallen. Wird in einiger Höhe über dem Rohr eine Glühlampe angebracht, deren Faden senkrecht zum Rohr steht, so wird der Faden durch jede dieser „Wasserlinsen“ in einer Ebene A abgebildet. Es entsteht in A auf einem Schirm ein System heller Streifen, die den gegenseitigen Abstand $\lambda/2$ haben. In Fig. 2 ist L die Lichtquelle. Das Rohr R ist etwa 50 cm lang und hat den Durchmesser 1,5 cm. Um ein Ausfließen der Flüssigkeit zu verhindern, ist an der Rohröffnung ein Kork- oder Gummistreifen eingelegt. Als Reflektor F benutzt man einen Korkstopfen, der an einem Stab befestigt ist, so daß er sich verschieben läßt. Der Schirm A wird in einer Entfernung von etwa 10 bis 20 cm unter dem Rohr angebracht. Zur Vorführung wird er schräg gestellt. Die Entfernung, in der die Streifen scharf erscheinen, hängt von der Krümmung der Flüssigkeitsoberfläche in den einzelnen Erhebungen ab. Diese Krümmung verändert sich mit der Wellenlänge und mit der Schallenergie. Durch Verschieben des Reflektors läßt sich

¹ Hersteller: Dr. Vogt & Co. G. m. b. H., chem. Fabrik; Köln, Moltkestr. 27.

das Schallrohr so abstimmen, daß die Streifen auf dem Schirm scharf erscheinen. Zum Betriebe der Galtonpfeife wurde bei unseren Versuchen Druckluft (0,2 bis 0,5 atm) benutzt, die aus einer Druckluft-Stahlflasche über ein Reduzierventil entnommen wurde. Im allgemeinen wird man Druckluftpumpen (Druckseite einer rotierenden Vakuumpumpe usw.) benutzen. Als Bodenflüssigkeit dient Wasser, dem etwas Alkohol zugesetzt wird, um eine gleichmäßige Benetzung des Rohres zu erzielen. (Zur genauen Messung der Wellenlänge, die für die hier angeführten Zwecke aber nicht in Frage kommt, muß eine Bodenflüssigkeit mit sehr geringem Dampfdruck und auch eine veränderte optische Anordnung benutzt werden.) Es soll nunmehr die Anwendung der Methode zu Vorführungsversuchen an einigen Beispielen gezeigt werden.

1. Bestimmung der Wellenlänge und Frequenz. Die Wellenlänge läßt sich aus dem Abstände der Streifen auf dem Schirm besonders gut ersehen, wenn ein Maßstab angebracht wird, entsprechend der Anordnung in Fig. 3. Da die Lichtquelle jedoch nicht so weit entfernt ist, daß die Strahlen das Rohr parallel durchsetzen, ist der Abstand der Streifen auf dem Schirm etwas größer als die Wellenlänge in dem Schallrohr. Will man eine einigermaßen genaue Messung durchführen, so muß der Schirm möglichst nahe (2 bis 3 cm) unter dem Rohr angeordnet sein. Die Streifen bilden sich dann allerdings nicht so schön aus wie bei etwa 10 bis 20 cm Abstand, so daß diese Abmessung zur Vorführung geeigneter ist. Ebenso läßt sich die Wellenlänge durch Ausmessen der Strecke bestimmen, um die der Reflektor von einer Resonanzstelle bis zur andern verschoben werden muß. Diese Strecke läßt sich recht genau bestimmen, da die Streifen gegen ein Verschieben des Reflektors sehr empfindlich sind und beim Überschreiten der Resonanzstelle sofort unscharf werden oder ganz verschwinden. Die Ergebnisse der beiden Meßmethoden (Streifenabstand-Verschieben des Reflektors) stimmen hinreichend genau für einen Vorführungsversuch überein (z. B.: 1. Methode: $5\lambda/2 = 7,15; 8,3; 13,8$ cm; 2. Methode: $5\lambda/2 = 7,25; 8,25; 13,6$ cm). Aus der Wellenlänge läßt sich die Frequenz der Pfeife nach bekanntem Verfahren bestimmen. Bei genügender Schallenergie läßt sich auch ohne Reflektor die Bildung stehender Wellen durch Reflexion am offenen Ende zeigen.

2. Veränderung der Wellenlänge; Bestimmung der Frequenz an der Hörgrenze. Bei Erhöhung oder Erniedrigung des Tones der Galtonpfeife vergrößert oder verkleinert sich der Streifenabstand, wodurch die Veränderung der Wellenlänge in anschaulicher Weise gezeigt wird. Auch über die Hörgrenze hinaus läßt sich die Schwingung an dem Vorhandensein der Streifen nachweisen. An der Hörgrenze, die natürlich nicht scharf und auch individuell verschieden ist, beträgt der Streifenabstand etwa 1 cm.

3. Obertöne. Bei kräftigem Anblasen entstehen neben dem Grundton Obertöne. Wenn das Rohr auf den Grundton abgestimmt ist, erscheint der Streifenabstand, der dessen Wellenlänge entspricht. Wird das Rohr dagegen bei unveränderter Schallquelle so abgestimmt, daß eine vorhandene Harmonische in Resonanz kommt, so erscheint

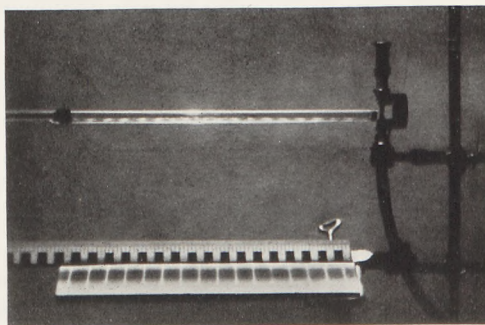


Fig. 3. Anordnung zur Vorführung stehender Schallwellen in einem Resonanzrohr.

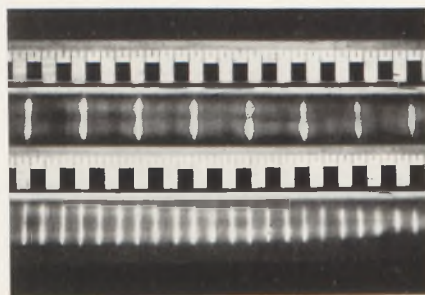


Fig. 4. Grundton und Oberton (3. Harmonische) bei einer Galtonpfeife.

der kürzere Streifenabstand des Obertones. Mit der Galtonpfeife gelang es allerdings nur, die 3. Harmonische gut sichtbar zu machen. In Fig. 4 ist in der oberen Aufnahme die Wellenlänge des Grundtones, in der unteren die der 3. Harmonischen wiedergegeben. Dabei blieb selbstverständlich die Galtonpfeife unverändert. Daß beide Streifenbilder nicht gleichzeitig erscheinen, sondern sich auf diese sehr anschauliche Art trennen lassen, liegt an den besonderen, hier nicht weiter zu diskutierenden Druckverhältnissen im Resonanzrohr.

Diese Versuche gelangen mit einer einfachen Signalpfeife noch besser. Wir erhielten hiermit die 3. und 5. Harmonische sehr deutlich ($n_1 = 3500$; $n_3 = 10500$; $n_5 = 17500$ Hz). Gerade Harmonische treten — wie bei einer gedackten Pfeife zu erwarten — nicht auf.

4. Wellenlänge in anderen Gasen. Wird statt Luft (Wellenlänge λ_1) ein anderes Gas eingeleitet, dessen Wellenlänge λ_2 gemessen wird, so ergibt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c_x im Gase nach bekannter Formel: $c_x = c \lambda_2 / \lambda_1$. Da in der beschriebenen Anordnung das Schallrohr nur ein geringes Volumen hat, kommt man mit geringen Gasmengen aus. Wasserstoff z. B., bei dem die Veränderung der Wellenlänge am überzeugendsten ist, läßt sich in einem kleinen KIPPSchen Apparat in genügender Menge herstellen. Da das eine Rohrende offen bleibt, muß mit langsam strömenden Gasen gearbeitet werden. Bei der Benutzung von Wasserstoff ist eine ziemlich hohe Frequenz zu wählen, da sonst die Wellenlänge für die vorliegenden Ausmaße der Röhre zu groß wird.

Köln, Physikalisches Institut der Universität.

Berichte.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Über neuere Forschungen auf dem Gebiete der kosmischen Strahlung. Bericht von R. PYRKOSCH in Breslau.

Bereits in dem letzten Berichte dieser Zeitschrift über die kosmische Strahlung [47, 111 (1934)] ist die Bedeutung der beiden Effekte hervorgehoben worden, die von der Beeinflussung wenigstens eines Teils dieser Strahlung durch das Magnetfeld der Erde herrühren, des von CLAY entdeckten Breiteneffekts, der darin besteht, daß die Intensität der kosmischen Strahlung von höheren Breiten nach dem geomagnetischen Äquator hin abnimmt und dort am geringsten ist, und dem theoretisch vorausgesagten und von JOHNSON, ALVAREZ und COMPTON zuerst bestätigten Richtungseffekt, der in einer Asymmetrie der Strahlung in bezug auf die magnetische Meridianebene besteht, insofern als die Strahlung vom Westen her überwiegt, was so zu deuten ist, daß die Mehrzahl der kosmischen Korpuskularstrahlen positiv geladen ist. Beide Effekte sind seitdem weiter eingehend erforscht worden. Im Jahre 1933 wurde von CLAY eine neue Expedition nach Holländisch-Ostindien ausgerüstet (Physica, 1, Nr 5). Die Fahrt führte von Amsterdam aus durch den Suezkanal nach Batavia, und ein Teil der Expedition kam auf demselben Wege zurück. Zwei Mitglieder dagegen fuhrten auf dem Rückwege von Batavia nach Kapstadt und von dort durch den Atlantischen Ozean in die Heimat, so daß sie die Beobachtungen auf die südliche Hemisphäre ausdehnen konnten. Für die meisten Versuche wurde eine neue Meßmethode ausgearbeitet,

bestehend aus einer mechanischen Registrierung, die auf dem Festlande einer Genauigkeit von $1/2^{0/00}$ fähig, an Bord von den Bewegungen des Schiffes fast unabhängig und besonders geeignet für Messungen im tiefen Wasser war. Die Ionisationskammer hatte ein Volumen von 28 Litern und war mit Argon von 45 Atm Druck gefüllt. Sie war samt dem Elektrometer und Zubehör in einem großen Eisenzylinder angebracht und mit Ebonit isoliert. Ein Kabel von 300 m Länge führte von dort nach dem Meßapparat, den Schaltern und Batterien und ermöglichte es, Messungen unter Wasser bis zu 270 m Tiefe auszuführen. Ein anderer Apparat von derselben Beschaffenheit wurde zu Messungen in einem Tank von 500 cbm Rauminhalt und 7 m Tiefe an Bord des Schiffes benutzt, die den Zweck hatten, die verschiedene Durchdringungsfähigkeit der kosmischen Strahlung unter verschiedenen Breiten nachzuweisen.

Während der Reise von Amsterdam nach Batavia und zurück, von Batavia nach Kapstadt und von dort nach Amsterdam wurden beständig selbstregistrierende und direkte Beobachtungen auch noch mit anderen Apparatetypen ausgeführt. Es wurde festgestellt, daß die Abnahme der Ionisation mit der magnetischen Breite für die verschiedenen Routen nicht dieselbe war. Der Unterschied kann dadurch erklärt werden, daß die Achse des Erdmagneten nicht durch den Mittelpunkt der Erde geht, sondern von ihm ungefähr 300 km entfernt ist. Wenn man sich längs eines magnetischen Meridians bewegt, ist die Ioni-

sationsabnahme in bezug auf den magnetischen Äquator symmetrisch, wie z. B. angenähert für die Route von Kapstadt nach Southampton, im anderen Fall im allgemeinen unsymmetrisch. Um den Unterschied in der Durchdringungsfähigkeit der Strahlung unter verschiedenen Breiten festzustellen, wurde der Ionisationszylinder mit einem Durchmesser von 20 cm mit horizontaler Achse in verschiedene Wassertiefen des oben erwähnten Tanks gebracht, und zwar einmal über die Oberfläche und 50, 250, 450 und 690 cm darunter. Das Ergebnis war, daß die Durchdringungsfähigkeit in 690 cm Wassertiefe von Genua unter 45° magnetischer Breite bis Colombo unter 0° um 10% zunimmt, wie vorher geschätzt und erwartet wurde. Um die Durchdringungsfähigkeit der kosmischen Strahlung auch in größeren Höhen zu untersuchen, wurden zwei Flüge in Amsterdam und Bandoeng auf Java unternommen. Dazu wurde eine Ionisationskammer von 4 Litern, die mit Argon von 35 Atm gefüllt und mit 8 cm Eisen gepanzert war, benutzt, und in jeder Höhe wurden Messungen sowohl mit geschlossenem als oben geöffnetem Panzer gemacht. Der gesamte Apparat hatte ein Gewicht von 230 kg. Wie zu erwarten war, da nur die härteren Bestandteile der korpuskularen kosmischen Strahlung die äquatorialen Gebiete der Erdoberfläche erreichen können (vgl. diese Zeitschrift 47, 113), war der Unterschied zwischen der Ionisationsstärke bei offenem und geschlossenem Panzer in derselben Höhe in Bandoeng viel kleiner als in Amsterdam, besonders in größeren Höhen, so daß die Strahlung am Äquator anders zusammengesetzt sein mußte wie in höheren Breiten. Mit ähnlichem Erfolge wurden auch an diesen beiden Orten Absorptionsmessungen mit Bleischichten bis zu 30 cm Dicke vorgenommen. Die Abnahme der Strahlung unter 30 cm Blei erwies sich in Bandoeng um 9% geringer als in Amsterdam.

Im Roten Meer unter einer magnetischen Breite von 18° N und im Golf von Aden, 10° N, wurden Tiefwasserabsorptionsmessungen ausgeführt. Die Messungen im Roten Meere hatten ein überraschendes Ergebnis. Sie wurden in 250 m Tiefe begonnen, und als sie in 200 m fortgesetzt wurden, wurde eine kleinere Ionisation gefunden. Wiederholung der Messungen hatte denselben Erfolg. Sie wurden dann fortgeführt in 150, 100, 50, 25, 15 m Tiefe und an der Oberfläche, wo der ursprüngliche Wert wieder erhalten wurde, so daß der Apparat offenbar in Ordnung war. Nach 3 Tagen wurden die Messungen im Golf von Aden von 15 m an nach unten fortgesetzt. Der obere Teil der Absorptionskurve stimmte nicht ganz mit der vom Roten Meer überein, da die Strahlung in Aden wegen des Breitenunterschieds etwas durchdringender war, dagegen fielen sie in den Tiefen 100, 150 und 200 m zusammen. Eine große Überraschung ergab sich bei der folgenden Messung in 270 m Tiefe. Hier betrug die Ionisationsstärke nur noch $\frac{1}{300}$ der an der Oberfläche erhaltenen. Die Ionisationskurve scheint also unter 200 m Tiefe, nachdem sie bis

dahin stetig gefallen ist, anzufangen zu steigen, bei ungefähr 250 m einen höchsten Punkt zu erreichen und dann steil abzufallen, bis sie bei 270 m die Abszissenachse erreicht. Die Kurve der Messungen von REGENER im Bodensee stimmt in ihrem Verlauf im ganzen mit den Messungen von CLAY überein, nur sind ihre Ordinaten durchweg kleiner als die der Kurve von CLAY, was von diesem der Unsicherheit der von REGENER angenommenen Restionisation seiner Ionisationskammer zugeschrieben wird; die der von CLAY verwendeten konnte nach der Messung in 270 m Tiefe ja höchstens nur den sehr niedrigen Wert von $\frac{1}{300}$ der Ionisation im Meeresniveau haben. Der merkwürdige Endverlauf der CLAYschen Kurve konnte bei den Messungen von REGENER nicht entdeckt werden, da diese nur bis zu einer Tiefe von 230 m reichten. Zur Erklärung wird von CLAY bemerkt, daß die Absorptionskurve ein getreues Abbild des Energiebereichs der primären Korpuskularstrahlung darstellt. Es ist ohne weiteres klar, daß die durch Korpuskularstrahlen verursachte Ionisation an eine gewisse Reichweite gebunden ist. Außerdem ist bekannt, daß sowohl für α - wie für β -Strahlen die spezifische Ionisation, d. h. die Anzahl der je Zentimeter erzeugten Ionenpaare, gegen das Ende ihrer Bahn zunimmt, so daß es scheint, als ob hier ein Phänomen ähnlicher Art, aber von weit größerem Maßstabe vorliegt, und die abnorme Ionisationszunahme am unteren Ende der Kurve würde dann einer der beredtesten Zeugen für den korpuskularen Charakter der kosmischen Primärstrahlung sein.

Zwei Registrierapparate wurden in Bandoeng aufgestellt, von denen der eine offen, der andere mit einer Bleischicht von 31 cm Dicke abgedeckt war, um etwaige Schwankungen mit der Sternzeit in äquatorialen Gegenden festzustellen. Dabei zeigte sich einmal sehr deutlich der bekannte Barometereffekt, insofern als die beiden täglichen Luftdruckschwankungen sich deutlich bemerkbar machten, obgleich sie nur 2,5 mm Quecksilber betrug. Zweitens machte sich auch hier der Einfluß atmosphärischer Elektrizität geltend, von dem schon in dem vorigen Bericht in dieser Zeitschrift gelegentlich der SCHONLANDSchen Gewitterbeobachtungen die Rede war. Täglich und besonders, wenn sich elektrisch geladene Regenvolken am Himmel bildeten, traten Schwankungen bis zu 3% der Ionisation auf, namentlich zwischen 10 Uhr früh und Mittag. Aber bei klarem Himmel betrugen die täglichen Schwankungen nach Korrektion in bezug auf den Barometereffekt jedenfalls weniger als $\frac{1}{2}\%$.

Um die größere Härte der kosmischen Strahlung nachzuweisen, die die Atmosphäre in äquatorialen Gegenden durchsetzt, ohne durch das magnetische Erdfeld zu sehr abgelenkt zu werden, waren Messungen in größeren Höhen erwünscht, denn es war zu erwarten, daß die große Zunahme der Ionisation mit der Höhe, die in höheren Breiten gefunden worden war, hier, wo die weichere Strahlung zurücktrat, geringer ausfallen würde. Zu diesem Zwecke wurden in Bandoeng Aufstiege von Registrierballons nach REGENERschem Vorbilde

veranstaltet, die mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, und von denen nur zwei brauchbare Ergebnisse zeitigten. Bei dem ersten von ihnen blieb der Apparat eine Zeitlang ungestört in einer Höhe von 10 km, und das registrierende Elektrometer zeigte in dieser Höhe eine auf Normalluft reduzierte Ionisation von 13,8 I (Ionen per ccm u. sec) an, bei dem zweiten ergaben sich 10 I in 15 km Höhe. Beide Werte sind tief unter den in Europa für dieselbe Höhe gefundenen; z. B. fand REGENER ungefähr 100 I in 10 km Höhe.

Zur Untersuchung des Richtungseffekts wurden Koinzidenzmessungen mit 4 Zählrohren ausgeführt. Die Achsen dieser Rohre waren horizontal, parallel und in einer Ebene 12 cm voneinander entfernt so angeordnet, daß der ganze Apparat sowohl um eine vertikale als um eine horizontale Achse gedreht werden konnte, um einerseits die Abhängigkeit der Strahlungsintensität vom Azimut-, andererseits vom Zenitwinkel festzustellen. Die Verbindungsgerade der Rohrmittelpunkte gab dabei die Richtung der Strahlung an; ihre Intensität wurde durch die Anzahl der 4fachen Koinzidenzen für eine bestimmte Zeit gemessen. Die Messungen wurden zuerst Tag und Nacht während 6 Wochen in Bandoeng ausgeführt, dann während der Heimreise an Bord mehr als zwei Wochen lang bis kurz vor dem Suezkanal. Sie bestätigten den Richtungseffekt, indem sie zeigten, daß zwei Arten primärer Korpuskularstrahlen zu unterscheiden sind, von denen die positiv geladenen maximale Intensität im Westazimut, die negativen dagegen im Ostazimut haben, und daß die positiven an Zahl überwiegen.

Auch von TH. B. JOHNSON ist der Richtungseffekt der kosmischen Strahlung weiter eingehend untersucht worden (Phys. Rev. 44, 857 u. 45, 569). Da die Theorie sowohl den Richtungseffekt wie den Breiteneffekt derselben Strahlungskomponente zuschreibt, waren auch für den ersten größeren Werte in äquatorialen Breiten zu erwarten, wo die Intensitätsänderungen am stärksten sind. Seinen ersten Messungen in Mexiko unter 29° magnetischer Breite in Höhen, die einem Wasseräquivalent der darüber lastenden Atmosphäre von 6,8; 7,5 und 10 m entsprachen, folgten solche im Frühjahr und Sommer 1933 in Peru am magnetischen Äquator in Höhen mit 6; 6,8 und 10 m Wasseräquivalent und in der Panamakanalzone unter der magnetischen Breite 20° im Meeresniveau. Gleichzeitig wurden Messungen mit einem gleichen Apparat von STEVENSON in Colorado und Pennsylvanien unter der magnetischen Breite 50° in Höhen mit 7,2 und 10 m Wasseräquivalent ausgeführt.

Es wurde dabei die Koinzidenzmethode mit 3 Zählrohren angewandt, wobei jedes Rohr eigentlich wieder aus 3 nahe beieinander liegenden und in Dreikantform angeordneten Einzelrohren bestand. Die 3 Rohre waren mit einem Stromkreis zur Aufnahme und Registrierung verbunden. Wenn es sich um die Abhängigkeit der Intensität von dem Zenitwinkel handelte, befanden sich die parallelen und horizontalen 3 Rohrachsen

in einer Ebene, die mit der Vertikalen den in Frage stehenden Winkel bildete. War dagegen die Abhängigkeit der Strahlung vom Azimut zu untersuchen, so lagen die 3 parallelen Achsen in einer Vertikalebene und waren gegen den Horizont um 45° geneigt, wobei die ganze Anordnung um eine vertikale Achse drehbar war, um sie in verschiedene Azimute einzustellen.

Die Messungen ergaben, daß die Asymmetrie bei größeren Zenitwinkeln nach dem Horizont hin abnahm, wo also die Strahlen einen längeren Weg in der Atmosphäre zurückzulegen hatten. Da ferner die Messungen namentlich unter dem magnetischen Äquator zeigten, daß die prozentuale Asymmetrie mit der Höhe zunimmt, kann man schließen, daß die asymmetrische Komponente weicher ist als die Strahlung im Durchschnitt. Es liegt ferner nahe anzunehmen, daß diese Komponente identisch ist mit derjenigen, die den Breiteneffekt bewirkt, da auch dieser prozentual mit der Höhe zunimmt. Weiter wurde festgestellt, daß die Asymmetrie am Äquator am größten ist, z. B. betrug sie unter 50° Breite 2 bis 3%, am Äquator dagegen 15. Zur Veranschaulichung ihrer Abhängigkeit vom Zenitwinkel wird angeführt, daß unter dem magnetischen Äquator in einer Höhe von 6 m Wasseräquivalent das Verhältnis der Westintensität zur Ostintensität bei dem Zenitwinkel 15° gleich 1,094, bei 30° gleich 1,140, bei 45° gleich 1,148 und bei 60° gleich 1,140 war. Wie schon früher zeigten die Messungen durch das Überwiegen der Strahlung von Westen her an, daß die Mehrzahl der korpuskularen Strahlung eine positive Ladung tragen müsse.

Im wesentlichen zu denselben Ergebnissen wie die von JOHNSON und STEVENSON führten die Untersuchungen anderer Forscher, nämlich die schon früher erwähnten von ALVAREZ und COMPTON [Phys. Rev. 43, 835 (1933)] in Mexiko, von AUGER und LEPRINCE-RINGUET [C. R. 197, 1242 (1933)] am Äquator im Meeresniveau, von ROSSI [Phys. Rev. 45, 212 (1934)] in Erythraea unter der magnetischen Breite $11^\circ 30'$ und in einer Höhe von 2370 m, und schließlich von EHMERT [Physik. Zeitschr. 35, 20 (1934)] auf der Zugspitze mit der magnetischen Breite 48° und der Höhe 2960 m.

In der Arbeit von JOHNSON wird weiter ausgeführt, daß die Asymmetrie ein Effekt der Primärstrahlung sein müsse. Wäre sie nämlich durch die in der Atmosphäre, also erst nahe der Erdoberfläche erzeugte Sekundärstrahlung hervorgerufen, so müßte sie der Horizontalkomponente des magnetischen Erdfeldes, also angenähert $\cos \lambda$ proportional sein, wenn λ die magnetische Breite bedeutet. Wenn demnach die Asymmetrie von 2% unter $\lambda = 50^\circ$ durch die Sekundärstrahlung verursacht wird, so müßte der maximale Effekt bei $\lambda = 0^\circ$ gleich $2 : \cos 50^\circ = 3\%$ sein, so daß die fehlenden 12% doch der Primärstrahlung zuzuschreiben wären.

Mit Benutzung der Theorien von STÖRMER und von LEMAÎTRE und VALLARTA wird weiter gezeigt, daß innerhalb der heutigen Genauigkeitsgrenzen

von Theorie und Erfahrung die positive Komponente der Strahlung allein ausreicht, um die Änderung der Intensität mit der Breite zu erklären. Eine Überschlagsrechnung ergibt, daß in Breiten über 50° im Meeresniveau mindestens 37% der Vertikalstrahlung und 13% der Gesamtstrahlung korpuskular sein müssen, in einer Höhe von 6 m Wasseräquivalent der Atmosphäre wenigstens 58% der Vertikal- und 33% der Gesamtstrahlung. Der Absorptionskoeffizient der Korpuskularstrahlung wird eingeschlossen gefunden zwischen 0,45 und 0,60 je Meter Wasser, so daß sie mit der weichsten der von MILLIKAN und REGENER und ihren Mitarbeitern bei der Analyse ihrer Absorptionskurven erhaltenen Komponenten der kosmischen Strahlung zu identifizieren ist, für die von MILLIKAN 0,55, von REGENER 0,52 angegeben wird [KRAMER: Zeitschr. Physik 85, 411 (1933)]. Sie beträgt 98° der Gesamtstrahlung beim Eintritt in die Atmosphäre und wurde nach der Auffassung der beiden Forscher als eine Photonenstrahlung mit einer Energie erklärt, die dem Massendefekt des Heliumatoms in bezug auf 4 Wasserstoffatome gleichwertig ist [diese Zeitschrift 43, 171 (1930)].

Nach der von HEISENBERG angegebenen Beziehung zwischen dem Absorptionskoeffizienten und der Energie sehr schneller Elektronen [Ann. Physik 13, 430 (1932)] ergeben sich für die hier in Betracht kommenden Elektron- oder Protonenergien von 1 bis $1,8 \cdot 10^{10}$ Volt viel geringere Absorptionskoeffizienten als der beobachtete, wenn die Absorption nur durch gewöhnliche Streuung und Ionisation bewirkt wird. Wenn die Primärstrahlung daher aus (positiven) Elektronen oder Protonen besteht, muß noch eine andere Ursache vorhanden sein, als die die sog. Schauer angesehen werden. Dieser Name hat sich eingebürgert für die als Atomzertrümmerungen gedeuteten Wirkungen der kosmischen Strahlung, die durch die Mehrfachbahnen in Nebelkammern entdeckt wurden, und von denen bereits im letzten Bericht die Rede war [47, 112, 114 (1934)]. Um einen Zusammenhang zwischen der Absorption der kosmischen Korpuskularstrahlung und der die Schauer erregenden festzustellen, wurde die Intensität der Schauer in zwei Höhenlagen in Peru mit 6 und 10 m Wasseräquivalent atmosphärischer Tiefe untersucht. Es wurde wieder die Koinzidenzmethode mit 3 Zählrohren angewendet, deren horizontale und parallele Achsen diesmal aber nicht in einer Ebene lagen, sondern einen prismatischen Raum mit horizontaler Basis begrenzten. Über den Rohren war horizontal eine Bleiplatte von 1,3 cm Dicke angebracht, in der die Schauer ausgelöst wurden. Die geringe Zahl der in den Rohrwänden selbst erzeugten Schauer wurde bestimmt, indem die Bleiplatte weggenommen wurde, und dann von der Gesamtzahl abgezogen. Aus den Koinzidenzzahlen ergab sich als das Verhältnis der Schauer in den beiden Höhen 6,9:1, während drei senkrecht übereinander angebrachte Rohre ohne Blei ein Koinzidenzenverhältnis 3,78:1 zur Folge hatten. Die Schauer mußten also durch eine Strahlung von

weicherer Art erzeugt werden als die durchschnittliche. Legt man für die Absorption der schauererregenden Strahlung ein einfaches Exponentialgesetz zugrunde, so ergibt sich als Absorptionskoeffizient 0,50 je Meter Wasser. Die Übereinstimmung dieses Wertes mit dem aus der Asymmetrie der Strahlung berechneten wird als schlagender Beweis dafür betrachtet, daß die Korpuskularstrahlung die hauptsächliche Ursache der Schauer ist, und daß diese an der anomalen Absorption schuld sind. Wie ferner durch eine Neigung der oben beschriebenen Zählrohranordnung erkannt wird, sind auch die schauererzeugenden Strahlen asymmetrisch verteilt und zwar so, daß sie als positiv geladen erkannt werden.

Wie schon von andern Forschern bemerkt und besonders von ROSSI untersucht worden ist (vgl. diese Zeitschrift 47, 114), werden die Schauer nicht direkt durch eine Korpuskularstrahlung mit einem Absorptionskoeffizienten 0,50 je Meter Wasser hervorgerufen, sondern durch eine viel weichere, die von jener ausgelöst wird. Nach den letzten Versuchen von ROSSI beträgt ihre Reichweite nur etwa 1 cm in Blei (Zeitschr. Physik 82, 151). Man hat vermutet, daß diese Zwischenstrahlung nicht ionisierender Natur wie die der Photonen oder der in letzter Zeit entdeckten Neutronen ist, weil man in Nebelkammern gleichzeitig entstandene Schauer beobachtet hatte, deren Zentren nicht durch Spuren ionisierender Teilchen verbunden waren¹. Um diese Frage zu entscheiden, benutzte JOHNSON eine Zählrohranordnung der letztbeschriebenen Art, wobei aber die Bleiplatte nicht immer über die 3 Rohre, sondern auch zwischen das obere und die beiden unteren gebracht wurde. Am magnetischen Äquator in der Höhe von 6 m atmosphärischem Wasseräquivalent wurden nun die 3fachen Koinzidenzen gezählt mit der Bleiplatte über den Rohren, mit ihr zwischen ihnen und ohne sie. Unter der Voraussetzung, daß die Schauerpartikel hauptsächlich nach unten fliegen, müssen die Koinzidenzen im zweiten Falle hauptsächlich von ionisierenden Teilchen herrühren, die durch das obere Rohr gegangen sind und dann einen divergierenden Schauer im Blei ausgelöst haben, wobei zu bemerken ist, daß ein Schauer, obgleich er mehr als ein Teilchen durch jedes der unteren Rohre senden kann, immer nur als eine Koinzidenz registriert wird. Die im ersten Falle gezählten Koinzidenzen schließen alle Schauer ein, die durch ionisierende und nicht ionisierende Strahlen ohne Unterschied erzeugt werden. Im dritten Falle haben die beobachteten Schauer zum größten Teil ihren Ursprung in dem oberen Zählrohr und werden wieder zur Korrektur der beiden andern Fälle benutzt, die praktisch dieselben Koinzidenzzahlen ergaben. Diese Tatsache wird dahin gedeutet, daß die die Schauer erregenden Strahlen ionisierender Art sind.

Über die Entstehung der korpuskularen Komponente der kosmischen Strahlung wird

¹ Vgl. LOCHER: Phys. Rev. 44, 779 und CASSEN: Phys. Rev. 44, 513.

noch bemerkt, daß das Überwiegen der positiven Strahlen kaum in Einklang gebracht werden könne mit der Hypothese, daß die korpuskulare Strahlung in interstellarer Materie durch primäre Photonen erzeugt werde, da dieser Prozeß annähernd gleich viele positive und negative Teilchen ergeben würde. Auch radioaktive Vorgänge, Umwandlungen und Vernichtungen von Atomkernen scheiden aus demselben Grunde aus. Dagegen würde ein elektrisches, die Erde umgebendes Feld, das positive Gasionen in interstellaren Räumen nach der Erde zu beschleunigt, auch die Verteilung der kosmischen Strahlung erklären können, wenn man annimmt, daß es von einer negativen Raumladung herrührt, die das Milchstraßensystem durchdringt und umgibt.

Eine andere Hypothese über den Ursprung der kosmischen Strahlung ist neuerdings von BAADE und ZWICKY aufgestellt worden (Phys. Rev. **46**, 76 (1934)). Nach ihnen wird sie durch die sog. Supernovae erzeugt. Bekanntlich versteht man unter einer Nova die plötzliche starke Zunahme der Helligkeit eines Sterns, die katastrophale Vorgänge auf ihm anzeigt. Unter diesen Sternkatastrophen gibt es solche, die im Vergleich zu den gewöhnlichen Novae von Riesengröße sind und daher als Supernovae bezeichnet werden. Es wird nun vermutet, daß bei ihnen Gasionen mit ungeheurer Geschwindigkeit ausgeschleudert werden, die die korpuskulare Komponente der Ultrastrahlung darstellen würden. Diese sollte daher zum Teil aus Protonen und schwereren Atomkernen bestehen, was mit Nebelkammern in großen Höhen zu untersuchen wäre. Es wird angenommen, daß in jedem Milchstraßensystem alle 1000 Jahre eine Supernova erscheint, eine Schätzung, die allerdings auf einem etwas dürftigen Material beruht: Die bekannte von TYCHO 1572 in der Kassiopeja entdeckte Nova unseres Milchstraßensystems, eine 1885 in der Andromeda und 1907 eine im Messiersystem. Neuerdings wurden indessen in dem Virgo-Kugelhaufen 6 Supernovae auf Platten entdeckt, die während der letzten 30 Jahre aufgenommen worden waren. Nach obiger Schätzung müßten 10^7 Supernovae jedes Jahr in den 10^{10} Nebeln erscheinen, die in einer Kugel von $2 \cdot 10^9$ Lichtjahren Radius enthalten sind. Folglich muß die Intensität der kosmischen Strahlung, wenn sie von solchen Sternen herrührt, an Stellen, die von jeder einzelnen Supernova weit entfernt sind, konstant sein. Nimmt man noch die Annahme hinzu, daß die Lebenszeit eines Sterns von der Größenordnung 10^{12} Jahre ist und ein Nebel etwa 10^9 Sterne enthält, so kommt man zu der Vermutung, daß der Supernovaprozeß für jeden Stern einmal vorkommt und vielleicht das Ende seiner Existenz als gewöhnlicher Stern bedeutet.

Eine ähnliche Hypothese, nach der die in der Atmosphäre beobachtete primäre Korpuskularstrahlung aus Protonen oder schwereren Ionen besteht, ist von GUNN entwickelt worden (Phys. Rev. **45**, 900 (1934)). Er geht davon aus, daß die interstellaren Räume feldfrei und bis zu einem hohen Grade der Annäherung elektrisch

neutral sind, und führt als ausreichenden Beweis dafür an, daß sich die ionisierten Calciumwolken in diesen Räumen in Ruhe befinden. Er schließt daraus, daß in der kosmischen Strahlung gleiche Mengen positiver und negativer Ionen mit derselben Geschwindigkeit diese Gebiete durchheilen, da diese sonst nicht neutral bleiben könnten. Dann müssen aber die kinetische Energie und der Impuls von zwei solchen Ionen ihren Massen proportional sein. Wenn also ein Primärstrahl aus einem Proton oder Ca-Ion und einem Elektron besteht, werden beide Bestandteile, da ihre Geschwindigkeit dieselbe ist, im magnetischen Erdfeld Spiralbahnen beschreiben, deren Krümmungsradien sich wie ihre Massen verhalten. Ein in das Erdfeld eintretendes Ionenpaar wird demnach auseinandergerissen und das Elektron in großen Höhen nach Westen zu abgelenkt werden, worauf es eine Spirale von verhältnismäßig starker Krümmung beschreibt, während das positive Ion nach Osten abgelenkt wird und infolge seines mindestens 1840mal so großen Impulses eine Spirale von entsprechend geringerer Krümmung einschlägt. Da es außerdem eine sehr große Energie besitzt im Vergleich zu der des Elektrons, wird es in viel größere Tiefen der Atmosphäre eindringen als dieses. Aus beiden Gründen ist daher ein Überwiegen positiver Ionen an der Erdoberfläche zu erwarten, und daß diese hauptsächlich von Westen her kommen. Eine Überschlagerrechnung führt zu einer befriedigenden Übereinstimmung mit der beobachteten azimutalen Asymmetrie, wenn wie oben angenommen wird, daß jedes ankommende Ionenpaar aus einem Elektron und einem Proton oder schwereren Ion besteht; dagegen scheint ein positives Elektron ausgeschlossen, da seine Masse der des Elektrons wahrscheinlich ziemlich gleich ist.

Die Trennung der Ladungen, die durch das magnetische Erdfeld bewirkt wird, erzeugt ein terrestrisches elektrisches Feld in großen Höhen der Atmosphäre, das wohl für die kosmischen Strahlen von geringer Bedeutung ist, aber um so mehr für Strahlen geringerer Energie, wie sie die Sonne in einer Größenordnung von 10^6 e Volt sehr zahlreich aussendet; und nach Ansicht von GUNN läßt sich das Nordlicht auf diese Weise erklären. Die kosmischen Strahlen werden nach ihm von einem Typus „blauer“ Sterne erzeugt.

Auch eine Reihe Arbeiten von SWANN beschäftigen sich mit der Natur der primären kosmischen Korpuskularstrahlen [Phys. Rev. **43**, 945; **44**, 943, 961 (1933); **46**, 432 (1934)]. Nach ihm machen die Breiten- und Azimuteffekte der kosmischen Strahlung die Existenz geladener Partikeln notwendig, die in die Atmosphäre mit einer Energie von mehr als 10^{10} e Volt eintreten, und weiter folgt aus ihnen, daß im Meeresniveau etwa 14% der beobachteten Ultrastrahlung von dieser Art sind. Andererseits haben sich bei den Versuchen mit Nebelkammern stets prozentual viel weniger Strahlen mit Energien dieser Größenordnung ergeben. Um diese Diskrepanz zu erklären, wird angenommen und durch theoretische Betrachtungen gestützt, daß Korpuskularstrahlen

mit so großen Energien nicht in dem Sinne ionisieren, daß sie ungefähr 50 Ionen auf jedem Zentimeter ihrer Bahn bei Atmosphärendruck erzeugen, sondern daß sie von Zeit zu Zeit Schauer von Sekundärstrahlen geringerer Energie auslösen. Einen ähnlichen Standpunkt vertritt БНАВНА, nämlich daß die Erzeugung von Schauern vollkommen ausreiche, um die experimentellen Tatsachen der Absorption der kosmischen Strahlung zu erklären (Zeitschr. Physik 86, 120). Diese Sekundärstrahlen setzen die Richtung der primären, nicht ionisierenden Primärstrahlen im wesentlichen fort und machen sie bei Zählrohrversuchen erkennbar. Bei Nebelkammerversuchen sind sie als Sekundärstrahlen infolge ihrer geringeren Energie leicht festzustellen. Es würden dann auch Beobachtungen von ANDERSON in solchen Kammern ihre Erklärung finden, nach denen Sekundärteilchen aus einem Stück Blei in der Kammer ausgeschleudert zu sein schienen, ohne daß die Spur eines in die Kammer eingedrungenen Primärteilchens zu erkennen war.

Er folgert ferner daraus, daß unter diesen Bedingungen die Ionisation in einer Ionisationskammer in einem Medium wie Wasser mit der Tiefe abnehmen müßte, bis die Primärstrahlen so viel Energie verloren haben, daß sie wie gewöhnliche Korpuskeln ionisieren. Deshalb sollte unter dieser Tiefe die Ionisation in der Kammer eine Zunahme erfahren, um dann plötzlich auf Null herabzusinken in einer Tiefe, die der Gesamtreichweite der primären Partikeln entsprechen würde. In der am Anfang dieses Berichtes beschriebenen Absorptionskurve von CLAY erblickt er eine ausgezeichnete Bestätigung seiner Ansichten. Denn es gelingt ihm, eine Kurve derselben Art durch Übereinanderlagerung von zwei Kurven zu konstruieren, von denen die eine der Absorption der Primärstrahlung durch Auslösung von Schauern Rechnung trägt und im wesentlichen als Exponentialkurve betrachtet wird, während die andere die Absorption durch eigentliche Ionisation wiedergibt. Dabei würde die Tiefe von 250 m, bei der die Kurve von CLAY einen höchsten Punkt erreicht, diejenige sein, bei der die eigentliche Ionisation beginnt, und die von 270 m der totalen Reichweite entsprechen, so daß die der eigentlichen Ionisation 20 m Wasser betragen würde. Nach einer Kurve von BLACKETT und OCCHIALINI, die auf Grund theoretischer Überlegungen von BETHE [Zeitschr. Physik 76, 293 (1932)] gewonnen wurde, beträgt der Energieverlust durch Ionisation je Zentimeter der Bahn in Wasser für Strahlen der Größenordnung 10^9 e Volt und vom Elektronentyp ungefähr $2,5 \cdot 10^6$ e Volt je Zentimeter, was für 20 m Wasser einen Verlust von $5 \cdot 10^9$ e Volt bedeutet. Die experimentellen Ergebnisse von ANDERSON führen zu einem Energieverlust von $8 \cdot 10^9$ e Volt in 20 m Wasser, und SWANN betrachtet diese Zahlen als kräftige Stütze seiner Theorie, aus der er und BRAMLEY 10^{10} e Volt als ungefähre untere Grenze für die Energie berechnet hatten, von der an eigentliche Ionisation nicht mehr stattfinden sollte, verbunden mit der Tatsache, daß die

Energien von $5 \cdot 10^9$ bis $8 \cdot 10^9$ e Volt so ziemlich die obere Grenze für die Energie der Strahlen darstellen, die in merklicher Zahl in Nebelkammern beobachtet worden sind.

Außer den CLAYSchen Tiefwassermessungen seien hier kurz noch solche in größeren Erdtiefen erwähnt. In einem Kohlenbergwerk in Kerkrade wurden Messungen von CLAY und zwei Mitarbeitern an der Erdoberfläche, in Tiefen von 110, 150 und 200 m und wieder an der Oberfläche mit Hilfe der Koinzidenzmethode ausgeführt, wobei 4 Zählrohre mit horizontalen Achsen übereinander verwandt wurden (Physica 1, Nr 8, 659). Als wichtigstes Ergebnis wurde erhalten, daß in 200 m Tiefe keine 4fachen Koinzidenzen mehr stattfanden, die von kosmischen Strahlen herühren konnten, und daß deren Intensität in dieser Tiefe jedenfalls kleiner als 0,0018 ihres Wertes an der Erdoberfläche war.

Ähnliche Messungen, aber mit anderem Erfolge hat KOLHÖRSTER im Staßfurter Berlepschschacht ausgeführt [Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss., Berlin 1933, 689 u. Zeitschr. Physik 88, 536 (1934)]. Er findet noch in 225 m tiefem Erdreich entsprechend einem Wasseräquivalent von 500 m sicher meßbare systematische Koinzidenzen, die nur von der kosmischen Strahlung herrühren könnten und die von REGENER in einer Tiefe von 230 m Wasser beobachteten Strahlen mit dem kleinsten bis dahin gemessenen Absorptionskoeffizienten an Härte noch rund 10mal übertreffen müßten. Ihr Anteil am gesamten im Meeresniveau gemessenen Höhenstrahlungsgemisch betrage etwa 1%.

Untersuchungen mit Ionisationskammern in großen Höhen sind seit den im letzten Bericht erwähnten besonders von A. H. COMPTON und STEVENSON ausgeführt worden, um die Natur der kosmischen Strahlung zu ergründen [Phys. Rev. 45, 441 (1934)]. Wie in früheren Berichten dieser Zeitschrift bereits bemerkt, machen bei Ionisationsmessungen die Übergangseffekte nahe dem Scheitel der Atmosphäre Schwierigkeiten, die daher rühren, daß die von der Primärstrahlung beim Eindringen in die Atmosphäre erzeugte Sekundärstrahlung zunächst ungesättigt ist, so daß sie in keinem konstanten Verhältnis zu der primären steht und die beobachtete Intensität der Ionisation nicht als ein Maß für die der primären Strahlung angesehen werden kann. Die beiden Autoren suchen diesen Übelstand zu vermeiden, indem sie eine Ionisationskammer mit so dicken Wänden benutzen, daß alle sekundären Strahlen aus der Luft durch sie absorbiert werden und die Strahlen, die in das Innere einzudringen vermögen, mit der von den Kammerwänden ausgehenden Sekundärstrahlung im Gleichgewicht sind. Die in einer solchen Kammer beobachtete Ionisation sollte nach ihrer Ansicht auf dem ganzen Wege bis zum Gipfel der Atmosphäre der Intensität der Primärstrahlung proportional sein.

Eine solche Kammer wurde daher von Commander SETTLE und Major FORDNEY auf ihrem Stratosphärenflug am 20. November 1933 mit-

geführt. Die Kammer war mit Argon von 2,4 Atmosphären Druck gefüllt und mit einer Schicht von 9,6 cm feinem Bleischrot umgeben, das in einer Hohlkugel aus Holz enthalten und 5,8 cm massivem Blei äquivalent war. Die 0,3 cm dicke Stahlwand der Kammer vervollständigte die effektive Wandstärke zu 6 cm Blei. Im übrigen war die Apparatur im wesentlichen dieselbe wie die von COMPTON und seinen Mitarbeitern bei den Untersuchungen über den Breiteneffekt verwandte [vgl. diese Zeitschrift 47, 113 (1934)]. Bei dem Fluge wurde eine Höhe von 18665 m erreicht. Die Ergebnisse sind in ausgezeichneter Übereinstimmung mit denen, die in großen Berghöhen bei den Untersuchungen des Breiteneffekts gewonnen worden waren, sowie mit denen des Fluges von MOTT-SMITH und HOWELL, von dem im letzten Berichte die Rede war (l. c. S. 116) und bei dem ebenfalls eine dickwandige Kammer verwendet wurde.

Ein Hauptzug der Kurve, die den Logarithmus der Ionisationsstärke in seiner Abhängigkeit vom Luftdruck wiedergibt, ist ein Buckel bei etwa 25 cm Hg. Bringt man bei den Kurven von KOLHÖRSTERS Ballonfahrten, dem zweiten Stratosphärenflug von PICCARD und COSYNS und den REGENERschen Registrierballonaufstiegen [diese Zeitschrift 47, 114 (1934)] eine Korrektur an, die die Dünnwandigkeit der bei diesen Unternehmungen benutzten Kammern berücksichtigt, so ergibt sich dieser Buckel bei allen von ihnen. Aus einer Beziehung, die für die Krümmung der Kurve abgeleitet wird, wird nun gefolgert, daß dieser Buckel mit einer Absorption von Photonen unverträglich ist. Dagegen kann die Kurve befriedigend als die der Absorption einer Korpuskularstrahlung gedeutet werden. Nach einer Arbeit von GROSS [Zeitschr. Physik 83, 217 (1933)] ist die Reichweitenverteilung der Korpuskeln aus der Kurve zu berechnen, und es ergeben sich zwei scharf getrennte Gruppen. Die erste scheint Reichweiten aller Größen zu haben mit einem Maximum für sehr kurze, unter 10 cm Hg, dagegen die zweite keine unter 27 cm mit einem ausgeprägten Maximum bei ungefähr 36 cm. Die zweite wird erklärt als aus geladenen Partikeln bestehend, die im Raume mit einem großen Reichweitengebiet vorkommen, von denen aber nur die mit einer Reichweite größer als 27 cm fähig sind, die Schranke des magnetischen Erdfeldes unter einer Breite von 52° , bei der der Flug stattfand, zu überwinden. Nach der Theorie von LEMAITRE und VALLARTA handelt es sich hierbei um Energien von $2,6 \cdot 10^9$ e Volt für positive oder negative Elektronen, sowie für α -Teilchen, dagegen von $1,9 \cdot 10^9$ e Volt für Protonen. Außerdem kann die Energie von Teilchen mit einer Reichweite von 36 cm Hg auf Grund von Versuchen von ANDERSON zur Absorption in Bleischichten geschätzt werden [Phys. Rev. 44, 409 (1934)]. Dabei ergibt sich für positive und negative Elektronen sowie für Protonen eine Energie von ungefähr $2,1 \cdot 10^9$ e Volt, während sie bei α -Teilchen etwa 4mal so groß sein müßte. Ein Vergleich zeigt gute Übereinstimmung für Pro-

tonen, eine Differenz, die innerhalb der Genauigkeitsgrenzen liegt, für positive und negative Elektronen und eine unmöglich große für α -Teilchen. Es wird daraus geschlossen, daß die zweite Gruppe wahrscheinlich aus Protonen besteht. Die Teilchen der ersten Gruppe dagegen mit den kurzen Reichweiten, die keine untere Grenze haben und demnach nicht magnetisch ablenkbar zu sein scheinen, seien offenbar entweder elektrisch neutral oder von großer Masse im Verhältnis zur Ladung wie α -Teilchen oder schwerere Kerne. Sie scheinen auf die oberste Atmosphäre beschränkt zu sein, und es wird als möglich hingestellt, daß es sich um elektrisch neutrale H-Atome handelt, die bald nach dem Eintritt in die Atmosphäre in Protonen und Elektronen zerlegt werden.

Photonen könnten nicht mehr als einen zu vernachlässigenden Teil der primären kosmischen Strahlung ausmachen. Sie könnten aber als Sekundärstrahlung auftreten von der Art der Röntgenstrahlen und sich in der Ionisationskammer bemerkbar machen, wenn sie bei dem Durchgang von Protonen und Elektronen hoher Geschwindigkeit durch die Materie oberhalb der Kammer erzeugt werden. Als direkter Beweis für eine solche Umsetzung kosmischer Strahlenenergie in Röntgenstrahlen könnten die von einem gemeinsamen Ursprung ausgehenden Photonen-schauer angesehen werden, die von ANDERSON bei seinen jüngsten Versuchen beobachtet worden sind [Phys. Rev. 45, 295 (1934)].

Von REGENER sind die Registrierballonaufstiege, über die bereits früher berichtet wurde, mit gutem Erfolg fortgesetzt worden [Physik. Zeitschr. 34, 820 (1933)]. Nach dem ersten gelungenen am 12. August 1932 fanden mit derselben Apparatur solche statt am 3. Januar, 9. März und 29. März 1933, wobei die kleinsten erreichten Luftdrucke waren 22; 34; 17,6 und 32 mm Hg. Die Ergebnisse stimmten in befriedigender Weise besonders von 170 bis 120 mm Hg Druck überein. Unstimmigkeiten unterhalb 170 mm werden auf Störungen im Übergangsgebiet von der Tropo- zur Stratosphäre zurückgeführt. In noch größeren Höhen unter 100 mm Hg stimmen 3 Aufstiege gut überein, während der vierte stärker abweicht, woran möglicherweise die magnetischen Störungen schuld waren, die an diesem Tage stärker auftraten als sonst¹.

Während alle diese Aufstiege mit dünnwandigen geschlossenen Ionisationskammern ausgeführt worden waren, deren Inhalt aus Luft von 3,3 bis 5,4 Atm. Druck bestand, fand am 30. 8. 1933 noch einer mit einer offenen Kammer statt. Ihre Wandung war 0,3 mm dickes Aluminium, ihr Inhalt 105 l; durch ein mit P_2O_5 gefülltes Rohr stand sie mit der Außenluft in Verbindung. Als Vorzüge einer offenen Kammer werden besonders angeführt, daß, wenn sie beim

¹ Bemerkung bei der Korrektur: Seitdem haben weitere Aufstiege stattgefunden, über die in der Physik. Zeitschr. 35, 779f. (1934) berichtet ist.

Aufstieg unter geringen Druck kommt, trotzdem Sättigungsstrom erreicht wird, während bei den üblichen geschlossenen Kammern ein erhebliches Sättigungsdefizit vorhanden sei, ferner daß die mit der offenen Kammer erhaltene Ionisationskurve vom Erdboden bis zu großen Höhen gleichmäßig genau ist, während sie bei Verwendung einer geschlossenen wegen der im Verhältnis 1:150 veränderlichen Intensität nur im oberen Luft-raum von etwa 10 km Höhe an zuverlässig war, da die Empfindlichkeit des Registrierelektrometers auf die große Strahlungsstärke in diesen Höhen eingestellt wurde. Es ist von Interesse, mit dieser Befürwortung einer offenen Kammer die Gründe zu vergleichen, die COMPTON und STEVENSON (s. oben) veranlaßten, das Gegenstück dazu, nämlich eine geschlossene Kammer mit dicker Wandung, für denselben Zweck zu verwenden.

Die mit der offenen Kammer aufgenommene Kurve zeigt ein Maximum bei 120 mm, einen Buckel bei 250 und einen bei etwa 550 mm Hg entsprechend den 3 Komponenten, von denen bereits im vorigen Bericht [diese Zeitschrift 47, 116 (1934)] die Rede war. Zwischen 740 und 640 mm fällt die Kurve ab wegen der Abnahme der von der Erde herkommenden radioaktiven Strahlung. In ihrem oberen Teile stimmt die Kurve mit den früheren Messungen gut überein, Abweichungen zwischen 200 und 500 mm sind zu ungunsten der geschlossenen Kammern auszulegen, da die offene hier genauer arbeitet.

Die bereits im vorigen Bericht (l. c. S. 112) erwähnte Tatsache, daß unter den Partikeln der kosmischen Strahlung bei den Nebelkammerversuchen auch positiv geladene gefunden wurden, hat bekanntlich unterdessen zur Entdeckung der positiven Elektronen oder Positronen und damit zu einer ungeahnten Bereicherung der Atomphysik geführt, die in der fast gleichzeitigen Entdeckung der schon oben erwähnten Neutronen ein Gegenstück erhalten hat. Naturgemäß wurden die Spuren mit positiver Krümmung zunächst Protonen zugeschrieben, doch war auffällig, daß die Ionisation auf ihnen schwächer auftrat, als bei Protonen zu erwarten gewesen wäre. Diese Ionisation ist besonders von ANDERSON näher untersucht worden [Phys. Rev. 44, 406 (1933)], indem er auf Bahns Spuren in Nebelkammern die Zahl der Tröpfchen je Zentimeter abzählte. Auf diese Weise konnten Differenzen der spezifischen Ionisation, d. h. der Anzahl der je Zentimeter erzeugten Ionen, von 20% leicht festgestellt werden, und es zeigte sich, daß innerhalb dieser Grenze die Ionisation durch die positiven und negativen Teilchen hoher Geschwindigkeit bei derselben Krümmung im Magnetfeld dieselbe war. Daraus folgt bei sehr schnellen Partikeln, daß ihre Ladungen sich nicht um mehr als 10%, bei langsameren, daß ihre Massen sich nicht mehr als um 20% unterscheiden [vgl. BLACKETT: Nature 132, 917 (1933)]. Ferner hatten ANDERSON, MILLIKAN und NEDDERMEYER eine Bleischicht in der Kammer angebracht, um die Partikel vor und nach dem Durchgang zu untersuchen. Es war dann möglich, die Streuung und den Energieverlust der

Partikeln in Blei zu studieren, und auf Grund dieser Ergebnisse, der spezifischen Ionisation, der Bahnkrümmung und Reichweite wurde festgestellt, daß es sich bei den positiv geladenen um solche handelte, deren Masse gegen die des Protons klein war. Sie wurden Positronen genannt im Gegensatz zu den gewöhnlichen negativen Elektronen, den Negatronen. Zu demselben Ergebnis gelangten BLACKETT und OCCHIALINI, von deren Versuchen bereits im letzten Bericht die Rede war. Bald darauf gelang es, Positronen künstlich zu erzeugen, indem man schwere Elemente der von ThC'' ausgesandten γ -Strahlung aussetzte.

Die Untersuchungen über die Natur der bei der kosmischen Strahlung auftretenden Partikeln sind in letzter Zeit gemeinsam von ANDERSON, MILLIKAN, NEDDERMEYER und PICKERING weiter fortgeführt worden [Phys. Rev. 45, 352 (1934)]. Sie verwandten dabei sowohl die spontane wie die von BLACKETT und OCCHIALINI angegebene Auslösungs-Nebelkammermethode [vgl. diese Zeitschrift 47, 112 (1934)]. Von den 815 Photographien, die vermittelt der ersten erhalten wurden, enthielten 708 oder 88% einzelne, 82 oder 10% doppelte Bahns Spuren, 7 dreifache, von denen 2 positiv und eine negativ oder 2 negativ und eine positiv gekrümmt waren; 7 zeigten 4; 3 Aufnahmen 5; 7 zwischen 5 und 10 Spuren, wobei alle Spuren einer Aufnahme von Partikeln verursacht sind, die gleichzeitig die Kammer passierten, wie aus derselben Schärfe oder Unschärfe hervorging, aber nicht immer von einem einzelnen Zentrum. Eine einzige der 815 Photographien wies mehr als 10 Spuren auf. Die zwei und mehr Spuren enthaltenden Aufnahmen wurden als Schauer gedeutet. Die Energiemessungen im starken Magnetfeld sowie die der spezifischen Ionisation lassen vermuten, daß alle Spuren von freien positiven und negativen Elektronen herrühren, keine von Protonen. Was die Energieverteilung anbetrifft, so betrug die Energie bei dem dritten Teil der Spuren unter 350 Millionen e Volt, bei 75% unter 10^9 , bei 98% unter $3 \cdot 10^9$ e Volt. Dabei traten die größten Energien bei Einzelspuren auf, nicht bei der Summe der Energien in einem Schauer.

Die Schauer werden fast sämtlich auf Zusammenstöße von Photonen mit Atomkernen zurückgeführt. Bei der Begründung dieser Ansicht spielt wieder die Bleiplate von 1 cm Dicke, von der schon oben die Rede war, und die die Kammer in zwei Teile teilte, eine gewisse Rolle. Denn obgleich eine sehr große Zahl von positiven und negativen Elektronen bei ihrem Durchgang durch das Blei beobachtet wurden, kam es nur in etwa zwei unter tausend Fällen vor, daß nach dem Austritt aus der Platte ein Paar von Spuren bemerkt wurde, von denen eines ein Positron war, das durch den Durchgang eines positiven oder negativen Elektrons durch das Blei erzeugt worden war. Der Zusammenstoß eines Elektrons mit einem Kern, der ein oder zwei Positronen auslöst, wird also als ein sehr seltenes Ereignis betrachtet, während sich in sehr vielen Fällen ein Paar von der Unterseite der Bleiplate los-

löste, obgleich kein ionisierender Strahl auf der Oberseite eintrat, was eben als Folge des Zusammenstoßes eines Photons mit einem Atomkern gedeutet wird.

Nachdem diese Ergebnisse mittels der Methode der spontanen Aufnahmen erhalten worden waren, wurde die Auslösungsmethode von BLACKETT und OCCHIALINI gewählt, in vervollkommneter Ausführung und mit stärkerem Magnetfelde, als diesen Forschern zu Gebote stand, um die Schauer näher zu untersuchen. In der zitierten Arbeit sind stereoskopische Aufnahmen mit Erklärungen wiedergegeben. Aus ihnen werden eine Reihe von Folgerungen gezogen, im besondern: Die der Methode eigentümliche Versuchsanordnung hat eine ausgesprochen selektive Wirkung auf die Schauer, da diese bei ihr viel häufiger auftreten als auf Photographien der spontanen Methode, und die Schauer zeigen bei ihr oft viel mehr Spuren als bei dieser. Ferner stellte sich heraus, daß mitunter nicht nur ein Schauer von positiven und negativen Elektronen erzeugt wurde, sondern auch eine verhältnismäßig weiche γ -Strahlung, ähnlich wie in einer Röntgenröhre; dabei war wesentlich, daß in der Mitte der Kammer wieder eine Bleiplatte eingesetzt war; wenn dafür Kohle benutzt wurde, war die Auslösung von Schauern und Röntgenstrahlen viel geringer. Als einfachste Erklärung der Schauer wird angenommen, daß, wenn ein kosmisches Strahlphoton mit einem schweren Kern zusammentrifft, Elektronen beider Vorzeichen aus dem Kern geworfen werden und als Positronen und Negatronen in den Aufnahmen erscheinen.

In dem letzten Bericht (diese Zeitschrift 47, 114) war bereits von Ionisationsstößen die Rede, die nach ihrem Entdecker HOFFMANN benannt sich durch plötzliche Elektrometerbewegungen kundtaten, denen Millionen von Elektronen entsprechen mußten. Mit der Untersuchung dieser HOFFMANN-Stöße beschäftigen sich eine Reihe von Arbeiten des letzten Jahres. Nach SWANN hat man es bei ihnen mit Schauern großen Stiles zu tun [Phys. Rev. 44, 1025 (1933)], bei denen hunderte, ja tausende von geladenen Teilchen ausgeschleudert werden. Nach seiner Ansicht besteht ein bedeutender Teil, wenn nicht die Gesamtheit der beobachteten Intensität kosmischer Strahlung aus HOFFMANN-Stößen, die von der Primärstrahlung, welcher Art sie auch sein möge, in der Atmosphäre ausgelöst werden. Nur wenn ein solcher Ausbruch sehr nahe dem Apparat, Ionisations- oder Nebelkammer, stattfindet, wird mehr als ein Strahl in ihn eintreten; im allgemeinen werden sie sich nur durch Einzelstrahlen in ihm bemerkbar machen. Eine ähnliche Auffassung vertritt MONTGOMERY [Phys. Rev. 45, 62 (1934)]. Er zeigt, warum Schauer recht verschiedener Größe auftreten müßten, indem er von der Voraussetzung ausgeht, daß ein Block etwa von Blei oberhalb der Ionisationskammer angebracht sei, auf den also die Primärstrahlung zuerst auffällt, und in dem sie Schauer auslöst. Ein solcher Schauer werde im allgemeinen Teilchen enthalten, die fähig sind, wieder Schauer zu

erzeugen und so fort, und wenn die Reichweiten der Schauerteilchen groß genug sind, würden demnach nicht nur Teilchen eines primären, sondern auch von sekundären Schauern die Kammer erreichen. Demnach würde die Zahl der die Kammer durchsetzenden Teilchen im allgemeinen viel größer sein, wenn der primäre Schauer nahe der oberen Oberfläche des Blocks, als wenn er nahe der unteren in ihm ausgelöst wird. Danach sollte es für die Intensität der Stöße eine untere Grenze der Intensität geben, nämlich die eines primären Schauers, während eine obere Grenze durch die Energie des auslösenden Primärstrahls und die Dicke des Blocks bedingt werden müßte.

Auf einem andern Standpunkt hinsichtlich der HOFFMANN-Stöße stehen MILLIKAN und seine Mitarbeiter, wie in einer Arbeit von MILLIKAN, ANDERSON und NEHER auseinandergesetzt wird [Phys. Rev. 45, 141 (1934)]. Sie sind der Ansicht, daß Schauer und HOFFMANN-Stöße zwei ganz verschiedene Dinge sind. Die bei einem solchen Stoß frei werdenden Ionen seien viel zu zahlreich, um durch einen oder mehrere Schauer erklärt zu werden, wie durch eine Überschlagsrechnung erläutert wird: Aus der Zahl der Ionen, die ein kosmisches Strahlteilchen je Zentimeter erzeugt, und die in Luft von normalem Druck 35 beträgt, und dem durchschnittlichen Wege von 10 cm in der Kammer ergab sich bei einem Druck von 30 Atmosphären in dieser eine Zahl von 5000 Ionen, die von dem Teilchen in der Kammer erzeugt wird. Aber am Pikes Peak wurde 1932 ein Stoß beobachtet, dessen Stärke das Elektroskop zu 25 Millionen Ionenpaaren anzeigte, und bei einer Flugzeugfahrt mit einer gepanzerten Kammer in einer Höhe von 21000 Fuß ergaben sich einmal 75 Millionen Paare. Durch Division mit 5000 findet man, daß die Ionisationskammer in einem Augenblick von 15000 Teilchen hätte durchsetzt werden müssen, von denen nicht der 100. Teil bisher beobachtet worden ist; auch kann eine solche Zahl nicht durch die Explosion eines oder einiger Kerne erzeugt werden, da selbst der des Urans nur 384 positive und negative Elektronen zusammen enthält. Außerdem ist selbst in dichten Stoffen die Entfernung benachbarter Kerne so groß im Vergleich zu ihrer Ausdehnung, daß das Zusammenwirken vieler Kerne kaum in Betracht kommt.

Als Erklärung der Stöße wird daher angenommen, daß die von ihnen in dem Elektroskop ausgelöste Energie überhaupt nicht von der kosmischen Strahlung herrührt, sondern von der Batterie, die zur Aufladung des Elektroskops dient, und deren Energie dazu vollkommen ausreicht. Der Mechanismus sei dabei der folgende: Ein Schauer erzeugt auf einer Seite des Elektroskops eine große Zahl von Ionen. Bei ihrer Bewegung nach der Zentralelektrode verursachen sie eine Feldkonzentration in ihrer Nähe ähnlich wie in dem Kathodendunkelraum einer gewöhnlichen Entladungsröhre. Dadurch wird eine Vervielfältigung der Ionen durch Zusammenstöße eingeleitet, die einen beträchtlichen

Teil der Elektroskopladung vernichtet, bevor das Feld so tief fällt, daß keine Zusammenstöße mehr stattfinden. Nach dieser Theorie sind folg-

lich die HOFFMANN-Stöße nur instrumentale Zufälligkeiten, die mit der eigentlichen kosmischen Strahlung wenig zu tun haben.

4. Unterricht und Methode.

Flott und leserlich! Bericht von W. VOLKMANN in Berlin.

PORSTMANN geht seine eigenen Wege, unbekümmert um das Kopfschütteln derer, die vom ausgetretenen Pfade nicht abweichen. Das hat ihn schon manche Einsicht finden lassen, an der die Menschheit bis dahin beharrlich vorbeigelaufen war.

Niemand zweifelt daran, daß seine Zeitgenossen größtenteils sehr nachlässig schreiben. PORSTMANN tadelt die Schmierschrift und fordert Besserung: „Vorläufig unterwirft sich selten jemand in der Schrift auch nur dem geringsten Zwang und Anstand.“ Die Ausrede, daß für alles Wichtige die Schreibmaschine da sei, läßt er nicht gelten: „Unsere Handschrift war unsere Kulturgrundlage und wird es wieder werden müssen!“

Aber PORSTMANN, der von Kind auf schreiben den Menschen gern auf die Finger gesehen hat, erblickt in der schlechten Schrift nicht nur die Nachlässigkeit, sondern auch das unbewußte und unbeholfene Suchen nach einer handgerechten Gebrauchsschrift. In den Schulschriften sieht er eine vom Ziel noch weit entfernte und durch Vorurteile entstellte Zwischenstufe auf dem Wege von den in Stein gemeißelten Majuskeln zur flotten, leserlichen Handschrift.

Wenn es so ist, kann nicht der Künstler die Vorlagen entwerfen oder der Historiker sie ableiten, sondern in den Erfahrungen beim Schreiben und Lesen müssen sie durch eine Forschung von durchaus naturwissenschaftlicher Art gefunden werden.

Nachdem PORSTMANN zu dieser Auffassung gelangt ist und sie an vielen gesammelten Schriftproben geprüft hat, untersucht er, ob andere seinem Gedankengang folgen oder ihn ablehnen. Das erste Opfer seiner Wißbegierde überfällt er mit der Frage, wie viele Formen des kleinen a er kenne. Auf die Antwort: Zwei, lateinisch und deutsch, überreicht er ihm 10 verschiedene a (Fig. 1): „Der stützt, streitet zunächst einige der Formen ab, wird schnellstens an der Hand der Quellen eines Besseren belehrt — und bringt am nächsten Tage hundert a-Formen. Er hat im Geschäft den Briefwechsel durchgesehen und eine ergiebige a-Quelle gefunden.“

Obwohl Nebensächlichkeiten, z. B. Schräglage, Strichdicke, Höhe, Weite, von vornherein unbeachtet bleiben, wächst die Zahl der gefundenen Formen beängstigend. Besteht etwa völlig regellose Unordnung?

¹ Flott und leserlich! Anleitung zur Formung der Erwachsenenhandschrift, von WALTER PORSTMANN. Leipzig: Bibliographisches Institut 1935. XI und 374 Seiten, viele Schriftproben im Text. Geb. RM 5,—.

Das ohne Absetzen geschriebene a wird auf die Reihenfolge der Teilzüge, nicht mehr auf die vielen dabei möglichen Formen geprüft (Fig. 2). Mitten in den Steilstreichen sind zwei Knoten, d. h. Stellen, in denen mehrere Teilzüge sich treffen. Der Anfangsstrich muß erste, der Schluß-

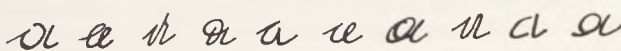


Fig. 1. Zehn verschiedene a.

haken letzte Teilstrecke bleiben. Zwischen den Knoten sind 3 Verbindungen (allgemein eine ungerade Anzahl) nötig (von denen zwei im Schriftbild aufeinander liegen können), wenn ohne

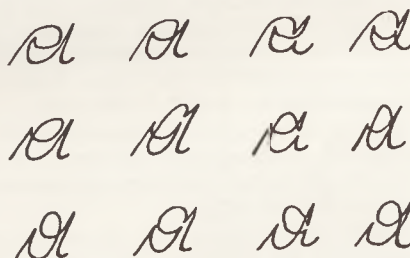
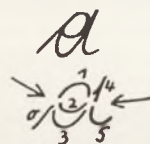


Fig. 2. Verdecktes a in zwölf Bewegungen.

Absatz geschrieben werden soll. Vom zweiten Knoten geht eine Kehre hinauf und wieder zu ihm zurück. Für diese vier Teile sind 24 Vertauschungen möglich, beim Schreiben ohne Absetzen jedoch nur 12. Von diesen Formen haben

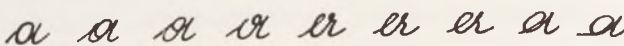


Fig. 3. Latein-deutsch-latein.

sechs je vier Umkehrstellen, sechs je zwei. Jene sechs sind in den gesammelten Schriftproben nicht nachweisbar, von diesen sechs können nur zwei als vorkommend nachgewiesen werden. Die Hoffnung, daß irgendwelche noch unbekannte Regeln eine bestimmte Auswahl aus der Fülle der Möglichkeiten treffen, steigt wieder.

Aber, was in den Schulschriften als erste Grundlage der Ordnung gilt, versagt durchaus: „Oder glaubt jemand in folgender Wandelreihe, ohne zu klügeln, eindeutige Latein und Deutsch trennen zu können!“ (Fig. 3).

„Unser Denken über die Handschrift ist genau so ungeordnet und entartet wie unsere Handschrift

selbst.“ Die Schulschrift verlangt zusammenhängende Worte, lehrt aber einige Buchstaben, innerhalb deren abgesetzt werden muß. Die Lücken in der Gebrauchsschrift decken die Formen auf, die der Verbindung widerstreben. Die Fälle, in denen wir je nach vorausgehendem und folgenden Zug verschiedene Formen schreiben, finden ihre Deutung aus den Schriften fremdartiger Völker und lenken auf eine Ordnung der Handbewegungen und Schriftzeigenteile. Die Verwechselbarkeit von Zeichen deutet auf ungünstige Ausgangsform oder Irrwege der unbewußten Entwicklung. Die Geschichte der Schreibkunst weist sprunghafte Fortschritte, aber auch Rückfälle und Fehlgänge auf.

1. Diese Proben aus dem ersten Zehntel des Buches geben ein Bild, wie wissenschaftlich PORSTMANN dem beweglich ausweichenden Stoff zu Leibe geht, sammelnd, sichtigend, vergleichend und mit der mathematischen Gegenprobe, die das Verhältnis der zutreffenden und möglichen Fälle ermittelt. Es muß nun kürzer berichtet werden. Es gibt Abschnitt:

2. Gesammelte Urteile und Beobachtungen (S. 33—83);

3. Das wesentliche Kennzeichen unserer Gebrauchsschrift ist Dreizeile, d. h. die Mittelhöhe, die den Hauptteil der Schrift enthält, wird durch einige Ober- und Unterhöhen gegliedert. Die Großbuchstaben stören das Schriftbild und sind entwicklungsgeschichtlich eine späte Zutat aus anderer selbständiger Schrift (S. 84—110).

4. Die in der Schrift (Schulschrift und Gebrauchsschrift) vorkommenden Bewegungen werden in die überhaupt möglichen gruppenweise eingeordnet (S. 110—155).

5. Nacheinander werden alle Buchstaben einzeln untersucht mit dem Ziel herauszufinden, was die Gebrauchsschrift als wesentliches Kennzeichen eines jeden ausweist und wie weit in Nebenzügen abgewichen werden kann, ohne das Lesen zu erschweren. Vorarbeit für künftige Schulschrift und Schreiblehre (S. 156—286).

6. Die Buchstaben werden im Zusammenhange der Schrift betrachtet. Daraus ergeben sich weitere Einschränkungen für die Auswahl der Formen. Übersicht der Ergebnisse von 5. und 6. in Tabellen (S. 287—306).

7. Am Beispiel des e wird die Entstehung unserer Schrift durch die Jahrhunderte verfolgt. Auf breiterer Grundlage werden dann die Schriftgestalter behandelt, die vom Menschen ausgehenden Wünsche und die von außen kommenden Nötigungen (S. 307—343).

8. Von den großen Buchstaben, vom Aufwand, den sie erfordern, vom Sinn, den ihre Hereinnahme in Druck- und Schreibschrift hatte, von anderen Mitteln für diesen Zweck und von der Überflüssigkeit der großen Buchstaben in unserer Schrift (S. 344 bis 366).

9. Schlußwort und Ausschau in die Zukunft: „Das Buch dürfte von Anfang bis Ende eine Sammlung darüber sein, was uns die Schule nicht gibt, was sie uns aber geben könnte, was man von ihr sogar erwartet.“

PORSTMANN sucht eine neue Grundlage für die Schulschrift, die heute zu viele Formen lehrt, welche weder einzeln noch in ihrer Zusammenfassung vor sachlicher und geschichtlicher Kritik bestehen. Neue Schreibvorlagen zu sammeln und zu entwickeln, wird seine nächste Arbeit sein. Über Wesentliches und Unwesentliches in jedem Lautbild muß Auskunft gegeben werden. Jenes soll den festen Kern, dieses die bewegliche Hülle bilden, Bestandteile, aus denen jeder seine Schrift als sein Eigenes formt und doch als ein Gemeinsames, das jeder andere lesen kann und mag.

Mancher wird das Buch zunächst für sonderbar halten; es ist aber merkwürdig, d. h. des Merkens würdig. Zähe Ausdauer, unermüdlicher Fleiß, Spürsinn und Bedächtigkeit haben zusammengeköpft. Keine Hast: „Auf fünfzig Jahre kommt es der Schrift nicht an“; aber auch kein Zögern: „Hilf mit!“ Ein guter Anfang ist gemacht, möge die Wirkung nicht ausbleiben! Dem Verlage sei Dank gesagt für die vorzügliche Ausstattung bei mäßigem Preis.

5. Technik und mechanische Praxis.

Isolierstoffe mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit¹.
Von Dr. H. STEPS in Jena.

Die Forderung nach Einschränkung unseres Metallbedarfes, im besonderen in der Elektrotechnik, ist niemals von so großer Bedeutung gewesen wie in der heutigen Zeit. Es geht bei der Konstruktion von elektrischen Apparaten und Maschinen darum, Mittel und Wege zu finden, um zu einer Einsparung der gebräuchlichen Metalle Kupfer und Eisen zu gelangen. Allerdings liegen die Verhältnisse so, daß wir an eine Verbesserung dieser Metalle nicht denken können. Kupfer mit erhöhter Leitfähigkeit und Eisen mit erhöhter Sättigung in absehbarer Zeit herzustellen, dürfte

wohl keine Aussicht auf Erfolg haben. Dagegen ist auf einem gänzlich anderen Wege das gesteckte Ziel zu erreichen. Von jeher war die größte Sorge der Elektrotechniker die Vermeidung der unerwünschten Erwärmung der Apparate und Maschinen, die sich nur durch einen entsprechenden Aufwand an Metallmengen erreichen ließ. Die Querschnitte mußten so bemessen sein, daß eine Erwärmung der meist organischen Isolierstoffe nicht zu hoch wurde. Sie wurde durchschnittlich zwischen 80° und 100° gehalten und gleichzeitig mußte dafür gesorgt werden, daß eine schnelle Abführung der Wärme aus dem Innern der Apparate an die Außenluft erfolgen kann. Eine Steigerung der Leistungsfähigkeit oder aber bei gleicher Leistung eine Verkleinerung der Abmessungen unserer Apparate könnte dann erreicht werden, wenn es gelänge, Isolierstoffe mit höherer Wärme-

¹ Nach einer Arbeit von A. MEISSNER: Naturwiss. 23, 41 (1935) und Elektrotechn. Zeitschr. 1934, 1193.

leitfähigkeit als die bisher gebräuchlichen ausfindig zu machen, um die Wärmeabfuhr zu verbessern. Durch eine solche Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit sinkt das an den Isolierschichten auftretende Temperaturgefälle, die sog. „Übertemperatur“, wie sie in der Technik bezeichnet wird. Es ist nun in der jüngsten Zeit gelungen, neue Isolierstoffe mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit herzustellen, so daß damit der Weg zu einer Metallersparnis bei der Konstruktion elektrischer Apparate geebnet ist.

Um die Entwicklung verstehen zu können, ist es notwendig, über den Vorgang der Wärmeleitfähigkeit der Isolierstoffe ins klare zu kommen. Die Isolierstoffe mit dem größten Wärmeleitvermögen sind die Kristalle, deren Leitfähigkeit etwa 100 bis 1000mal so groß ist wie die der technischen Isolierstoffe. Ihre Leitfähigkeit nähert sich in manchen Fällen bereits der der Metalle. In den Kristallen mit ihrem gittermäßigen Aufbau liegen Gebilde vor uns, die eine geradezu ideale Wärmeübertragung gewährleisten. Diese erfolgt nach Auffassung der kinetischen Theorie der Materie durch die kohärenten Schwingungen der periodisch angeordneten Atome, die elastisch miteinander verbunden sind, von Atom zu Atom, bzw. von Molekül zu Molekül. Bei den technischen, meist organischen Isolierstoffen kann von einem regelmäßigen Gitterbau nicht die Rede sein; die Atome liegen ungeordnet durcheinander, der Aufbau ist amorph.

Die Frequenz der Wärmeübertragung ist in der Hauptsache gegeben durch die Eigenfrequenz des Gitters, bzw. der Gitterbausteine. Im allgemeinen liegt sie zwischen 10^{12} und 10^{14} Hertz. Ein gutes Wärmeleitvermögen eines Stoffes setzt einen regelmäßigen ungestörten Bau mit festen Bindungen und möglichst kleinen Atomabständen voraus. So besitzt der Diamant mit der Gitterkonstante $1,5 \text{ \AA}$ fast die Hälfte der Leitfähigkeit des Kupfers; Quarz mit dem Atomabstand $1,7 \text{ \AA}$ fast ein Viertel der des Eisens, während die bisher verwendeten meist organischen Isolierstoffe Wärmeleitfähigkeiten besaßen, die um den hundertsten Teil geringer sind.

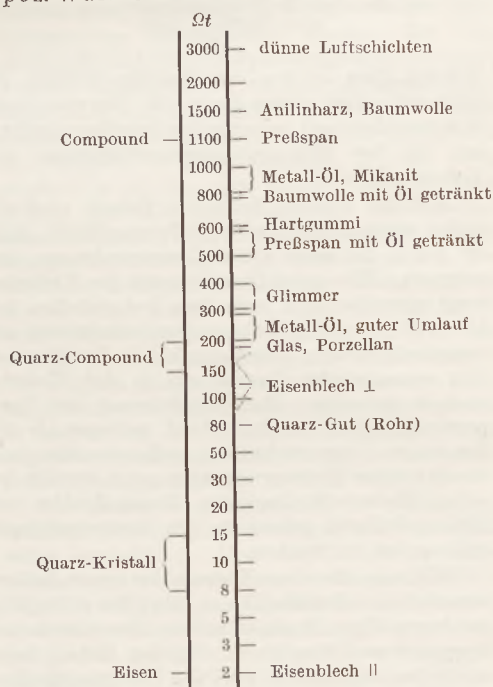
Sobald Unregelmäßigkeiten im Gitterbau auftreten, sinkt infolge des gestörten Gefüges die Wärmeleitfähigkeit, und zwar um so stärker, je zahlreicher die Kristallbaufehler sind. Als Beispiel hierfür möge das Quarzglas genannt werden. Durch Schmelzen kristallinen Quarzes wird der Aufbau weitgehend gestört, einzelne Gittergebiete gegeneinander verschoben und versetzt. Durch entstehende Hohlräume sinkt das spezifische Gewicht. Durch alles das wird das Wärmeleitvermögen des geschmolzenen Quarzes auf fast den zehnten Teil vermindert. Dennoch weist das Quarzglas wegen seines noch teilweise kristallinen Charakters eine 10 bis 50mal so große Leitfähigkeit auf wie die amorphen, organischen Isolierstoffe.

In welcher Richtung sind nun die Isolierstoffe zu verbessern? Das idealste wäre zweifellos ein Isolierstoff mit einem Gitterbau ähnlich dem des Diamanten und mit guten mechanischen Eigenschaften, ähnlich den unserer bisherigen organi-

schen Isolierstoffe. Gelänge es, unsere bislang benutzten Isolierstoffe in kristalliner Form herzustellen, so wäre damit auch eine Lösung gefunden. Leider ist dies nicht möglich. Man ging deshalb so vor, daß man die Isoliermassen mit kristallinen, gut wärmeleitenden Stoffen, wie Quarzsand oder Asbest, füllte. Es ist bereits gelungen, bei bestimmten Mischungsverhältnissen von diesen kristallinen Materialien mit den organischen Isolierstoffen, durch Wahl der Form und der Größe der Kristallkörner die Wärmeleitfähigkeit einiger Isolierstoffe um das 5- bis 8fache des Wertes ohne kristalline Zusätze zu erhöhen. Die Ableitung der Wärme geschieht durch die Kristallkörner, während der amorphe Isolierstoff als Bindemittel dient. Als brauchbares Füllmaterial hat sich hochwertiger Quarzsand, der aus kleinen abgerundeten Körnern besteht, erwiesen; das beste Isoliermaterial stellen die sog. Compoundmassen dar. Die Quarz-Compoundmasse besitzt je nach dem Mischungsverhältnis eine Durchschlagsfestigkeit von 200 bis 400 kV und eine Wärmeleitfähigkeit, die das 5- bis 8fache der Wärmeleitfähigkeit der reinen Compoundmasse beträgt.

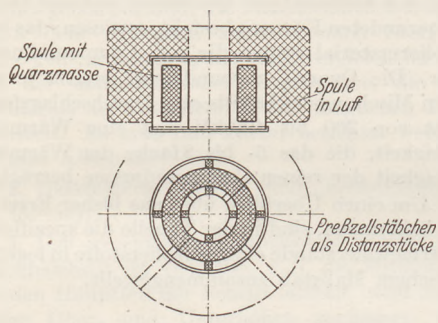
Um einen Überblick über das bisher Erreichte zu bekommen, sind in der Tabelle die spezifischen Wärmewiderstände einiger Isolierstoffe in logarithmischem Maßstab zusammengestellt.

Spez. Wärmewiderstände in Wärmeohm.



Es hat sich in der Elektrotechnik als zweckmäßig erwiesen, im Gegensatz zu der bislang üblichen Bezeichnung der technischen Wärmeleitfähigkeit von Stoffen die Bezeichnung Wärmewiderstand einzuführen. In der gewöhnlichen Wärmetechnik wird nach der erzeugten Wärme-

menge gefragt; bei der Wärmebetrachtung der Elektrotechnik spielt die Übertemperatur, das Temperaturgefälle an den von einem kontinuierlichen Wärmestrom durchflossenen Isolierstoffen, eine Rolle. Man gelangt dann schließlich zu der Grundgleichung der Wärmeberechnung (Wärme-OHMSches Gesetz): Übertemperatur = Wärmewiderstand mal Wärmestrom. Bei Vergleichung mit dem gewöhnlichen OHMSchen Gesetz erkennt man, daß an die Stelle der Spannungsdifferenz die Übertemperatur an der isolierenden Schicht, an die Stelle der Stromstärke der in Watt ausgedrückte Wärmestrom tritt, der nach außen durch die Isolierschicht abfließt, an die Stelle des elektrischen Widerstandes der Wärmewiderstand, gemessen in Wärme-Ohm. Das Zeichen für das



Verbesserung einer Spule durch Quarzmasse gegenüber einer Spule in Luft.

Wärme-Ohm ist das gewöhnliche Zeichen für Ohm mit angehängtem t , also Ωt . Der spezifische Wärmewiderstand, wie er in der Tabelle aufgeführt ist, ist der Wärmedurchgangswiderstand der Volumeneinheit.

Auf der rechten Seite der Tabelle sind die bisher verwendeten Isolierstoffe angeführt; links ist dann die neue Quarz-Compoundmasse eingetragen. Wie ersichtlich, beträgt die Verbesserung gegenüber den bisherigen Isolierstoffen 1:3 bis 1:10. Gerade die Quarz-Compoundmasse mit verschiedenartigen Zuständen hat in der jüngsten Zeit mannigfache Anwendung in der Elektrotechnik gefunden. Ihre Ausdehnung bei Temperaturerhöhung ist bedeutend geringer als die der reinen Compoundmasse; auch gegenüber rein mechanischen Beanspruchungen zeigt sie sich der reinen Masse weit überlegen. Durch Zusätze von Diphenylchlorid gelang es, die Compoundmasse unbrennbar zu machen.

Will man alle diese Vorteile der neuen Isoliermaterialien voll ausnutzen, so führt dies notwendig zu einer völligen Neukonstruktion der elektrischen Apparate und Maschinen. Bei den bislang konstruierten Apparaten war der Übergangswiderstand der stromführenden Leiter umgebenden Isolierschichten, d. h. der innere Widerstand, erheblich größer als der äußere Wärmewiderstand, der Übergangswiderstand an der Oberfläche der Apparate zur umgebenden Luft. Jetzt, da sich der innere Wärmewiderstand um ein Beträchtliches vermindern läßt, wird die Übertemperatur

der Apparate durch den rein äußeren Widerstand bedingt sein. Das Problem findet demnach eine Erweiterung dahingehend, daß es sich als notwendig erweist, diesen äußeren Wärmewiderstand auf ein Mindestmaß herabzusetzen durch Vergrößerung der metallischen Oberfläche, der Kühlflächen, die dann durchaus aus anderen Metallen hergestellt werden können.

Diese neuen Erkenntnisse wurden mit bestem Erfolge bei der Konstruktion von Gleichstrommagneten und Feldspulen bei Lautsprechern verwendet. So war an diesen Spulen seit geraumer Zeit nichts mehr geändert worden. Als Beispiel für die erzielte Verbesserung einer Magnetspule möge die Figur dienen. Während die Spule in Luft bei einer Belastung von 30 Watt eine Übertemperatur von 63° besitzt, konnte dieselbe Spule durch Einbetten in Quarzmasse bei gleicher Übertemperatur mit 200 Watt belastet werden. Im oberen Teile des Bildes ist außer der Spule mit der Quarzmasse zur Vergleichung die gleicher Belastung entsprechende luftgekühlte Spule eingezeichnet. Man sieht daraus deutlich die Verkleinerung der Ausmaße und die damit erzielte Ersparnis an Kupfer.

Bei Magnetbremsen, Hebermagneten usw. konnten weitgehende Verbesserungen erzielt werden, die bis zu 60% Kupferersparnis und bis zu 20% Eisenersparnis führten. Auch für den Bau von Transformatoren ergeben sich vollkommen neue Gesichtspunkte, die gegenüber den alten wesentliche Vorteile bringen: geringere Abmessungen, Fortfall der Porzellanisolatoren, Wegfall des Brummens der Bleche, da diese in der Quarzmasse fest eingebettet sind, und verringerte Brennbarkeit.

Wenn wir das bisher Erreichte betrachten, so müssen wir feststellen, daß wir erst am Anfang einer völlig neuen Entwicklung der Bautechnik in der Elektromaschinenindustrie stehen. Wir können deshalb auf die weiteren Erfolge nur höchst gespannt sein, die in der heutigen Zeit für uns deswegen von so großer Bedeutung sind, weil hier die Möglichkeit vorhanden ist, erhebliche Mengen ausländischer Metalle einzusparen.

Die zwölfte große Deutsche Funkausstellung (1935) in Berlin. Bericht von FRIEDRICH MOELLER in Berlin-Tempelhof.

Der große Brand der Halle 4, der diese vollständig zerstörte, zwang die Firmen, die dort ausgestellt hatten (darunter eine Reihe der führenden Firmen der Funkindustrie), in kürzester Zeit sich auf dem Ausstellungsgelände neue Unterkunft zu schaffen; das gelang überraschend schnell, so daß der Brand den Erfolg der Ausstellung nicht beeinträchtigt hat. Leider wurde auch der Fernsehsender der Reichspostverwaltung zerstört, der ebenfalls in dieser Halle untergebracht war; doch konnte auch für ihn in kürzester Zeit Ersatz bereitgestellt werden, und so war auch der Fernsehempfang in der „Fernsehstraße“ nur kurze Zeit unterbrochen. In den letzten Tagen der Aus-

stellung waren jedenfalls die Folgen des Brandes für die Ausstellung so weit unschädlich gemacht, daß ein nicht eingeweihter Beobachter sie gar nicht mehr bemerken konnte. Eine erstaunliche Leistung!

Die Ausstellung bewies, daß auf dem Gebiete des normalen Empfängerbaus die Entwicklung so gut wie abgeschlossen ist, soweit wesentliche Merkmale in Frage kommen; die Zwischenfrequenzempfänger (= Superheterodynempfänger) und die Geradeausempfänger (= Hochfrequenzverstärker auf gleichbleibender Empfangsfrequenz) wurden nebeneinander gezeigt. Die erstgenannte Type hat die letztere nicht verdrängen können, wie man wohl im vorigen Jahr annehmen konnte; im Gegenteil, der Geradeausempfänger hat vielleicht wieder an Raum gewonnen, weil es gelungen ist, auch für ihn geeignete Bandfilter zu bauen, die genügende Selektivität gewährleisten. Über die physikalischen Eigenschaften beider Arten ist in dieser Zeitschrift schon wiederholt berichtet worden, so daß sich weitere Erörterungen darüber erübrigen. Es wurde an dieser Stelle bereits im vorigen Jahre Näheres über die sog. „Allstromempfänger“ gesagt (vgl. 47, 279; 1934), die ohne weitere Schaltmaßnahmen an Gleich- und Wechselspannung angeschlossen werden können. Während diese Muster 1934 nur vereinzelt ausgestellt waren, hat sich ihre Zahl in diesem Jahre sehr vermehrt. Nach einer Auskunft, die dem Bericht gegeben wurde, beträgt das Verhältnis der verkauften Gleichspannungsempfänger zu dem der Wechselspannungsempfänger immer noch etwa 3 : 10; es sind also immer noch verhältnismäßig viele Gleichspannungsanlagen in Betrieb, deren Umschaltung auf Wechselspannung aber in den nächsten Jahren erwartet wird. Die Empfänger, die an jede Spannung angeschlossen werden können, sind daher vielfach sehr begehrt. Auch der Volksempfänger hat in dieser Beziehung eine zusätzliche Ausführung erfahren; der „Allstromvolksempfänger“ ist allerdings etwas teurer als der Normalempfänger. Die Entwicklung der Allstromempfänger wurde durch neue Röhrentypen ermöglicht, die mit besonders hoher Heizspannung brennen, beim Volksempfänger mit 55 Volt; die Heizfäden sind in Reihe geschaltet und besitzen indirekte Heizung. Über diese neuen Röhrentypen, die entwickelt worden sind, finden sich am Schluß noch nähere Angaben.

Zur Entwicklung der Lautsprecher ist zu sagen, daß andere als dynamische Muster kaum noch ausgestellt waren; sie werden heute in den kleineren Ausführungen (für Zimmer bzw. eine Klasse) in der Regel mit Permanentssystemen erregt (Oerstit-Eisen), so daß der lästige Erregeranschluß fortfällt, eine Entwicklung, die sich bereits im vorigen Jahr anbahnte. Der Fortschritt ist in dieser Beziehung so groß, daß auf dem Ausstellungsgelände bereits eine Reihe von Großlautsprechern mit Permanentmagneten arbeiteten; Chassis kleinerer permanent-dynamischer Lautsprecher erhält man heute bereits für etwa RM 35,—. Zur Unterbringung des Lautsprechers im (gemeinsamen) Empfängergehäuse soll noch

bemerkt werden, daß für den Lautsprecher vielfach wieder mehr Platz geschaffen worden ist, so daß seine Arbeitsbedingungen dadurch verbessert worden sind. Auf ein neues Empfängeremuster, das in Zukunft eine Sonderstellung einnehmen soll, muß anschließend etwas ausführlicher hingewiesen werden, weil es auch für Schulen (Empfang in Schulsälen) wahrscheinlich große Bedeutung gewinnen wird. Bei seiner Entwicklung war ein Gedanke leitend, der bereits seit vielen Jahren von der Hauptstelle (leider vergeblich) befürwortet wurde, einen Empfänger zu bauen, der die Darbietungen eines lautstarken Senders in großen Räumen (z. B. Schulsälen) mit großer Lautstärke ohne Verzerrung wiederzugeben vermochte. Es handelt sich also um eine Verstärkeranordnung, deren Hochfrequenzteil nur geringe Verstärkungsgrade aufzuweisen braucht, dessen Niederfrequenzteil aber besonders gut ausgebildet und mit leistungsfähigen Verstärkerröhren versehen sein muß. Der Deutschen Arbeitsfront gebührt das Verdienst, einen solchen Empfänger, einen sog. Gemeinschaftsempfänger, entwickelt und seinen Bau bei der Industrie (wie es scheint mit sanfter Gewalt) durchgesetzt zu haben. Es ist ein Dreikreis-Vierröhren-Empfänger, der aus einer Hochfrequenzstufe mit Bandfiltereingang, einem Audion mit Rückkoppelung und einem Widerstandsverstärker mit nachfolgender Endstufe besteht. Sie gibt eine unverzerrte Ausgangsleistung von etwa 2,5 Watt, es können zwei Lautsprecher angeschlossen werden; der Verstärker ist auch für Schallplattenabstimmung gebaut. Aus der Erkenntnis heraus, daß für diesen Empfänger nur der Empfang des nächsten Reichsenders erforderlich ist, hat man die Selektivität des Empfängers gering gehalten (1 : 50), Fernempfang ist mit ihm nicht beabsichtigt. Sein Preis beträgt 295 RM, das zugehörige Lautsprecherchassis kostet 54 RM, so daß die ganze Empfangsanlage sich etwa auf 400 RM stellen dürfte. Der Bericht konnte leider auf der Ausstellung ein Muster dieser Anlage noch nicht arbeiten hören, wohl eine Folge des Brandes, da bis jetzt nur wenige Apparate dieser Art gebaut worden sind. — Für Schulen, die in nächster Zeit sich eine Empfangsanlage beschaffen wollen, ist es wohl geraten zu warten, bis der Arbeitsfrontempfänger in genügender Anzahl auf dem Markte zu haben ist; seine Typenbezeichnung ist DAF 1011.

Die größte Anziehungskraft der Ausstellung besaßen natürlich die Einrichtungen, die das Fernsehen ermöglichen. Über die Theorie des Fernsehens ist vor einem Jahr in dieser Zeitschrift (47, 272; 1934) sehr ausführlich berichtet worden, und seitdem ist nichts Neues an Apparaten hinzugekommen, so daß sich andere Bemerkungen als der Hinweis auf den erwähnten Aufsatz erübrigen. Es sind aber die technischen Sende- und Empfangsmittel seitdem mit gutem Erfolge verbessert worden, und daher kann von einem großen Fortschritt gesprochen werden. Daß eine Reihe von Fernsehempfängern zum erstenmal einen gemeinschaftlichen Empfang, also das gleiche Bild, zeigen konnten, und dem Zuschauer daher ein Vergleichen

der einzelnen Typen in bezug auf die Güte der Wiedergabe möglich wurde, war der Zusammenarbeit der Reichspostverwaltung mit der Reichsrundfunkgesellschaft zu danken, die einen Fernsehsender betrieben, vor der Feuersbrunst mit dem bekannten Berliner Sender, der nun bereits seit Monaten arbeitet, nachher mit einem kleinen, zu diesem Zweck schnell aufgestellten Hilfssender, der aber ebenfalls ausgezeichnet arbeitete, wenn er auch nur auf dem Ausstellungsgelände selbst empfangen werden konnte. — Die Empfänger besitzen heute als Mittel zum Sehen ohne Ausnahme die BRAUNSCHE Röhre, deren vom Elektronenstrahl getroffene und daher leuchtende Fläche je nach Art der verschiedenen Substanzen, aus der sie besteht, entweder grünliche oder weißliche Bildwiedergabe zeigt; letztere wirkt nach Ansicht des Berichters natürlicher. Die leuchtende Kreisfläche besitzt etwa 30 cm Durchmesser, die Bilder sind also verhältnismäßig klein. Gesendet wurden in der Regel Filme, die der Fernsehsender abtastete; die Bilder waren teilweise recht gut, wenn auch das Flimmern noch nicht ganz unterdrückt werden konnte. Mit dem Bildsender synchron läuft ein Tonsender, so daß der Beschauer des Bildes genau den Eindruck eines Tonfilmes hat; daß dieser Film ferngesehen wird, kommt gar nicht zum Bewußtsein. Ein Merkmal allerdings unterscheidet (abgesehen von der immerhin doch vorläufig noch weit besseren Bildwiedergabe) den Tonfilm vom Fernsehfilm: Bei dem Tonfilm sind Bild und Ton, wenn der Ausdruck erlaubt sein darf, gewissermaßen der Größenordnung nach gleich. Am Fernsehbild ist dies nicht der Fall, sondern man hat den Eindruck, als ob winzige Zwerge mit normal lauter (oder auch überlauter) menschlicher Stimme sprächen. Das wirkt nicht natürlich, aber es ist wohl anzunehmen, daß in dieser Beziehung bald eine Gewöhnung eintreten wird, die diesen Mangel nicht mehr erkennbar werden läßt. — Da bei der Hauptstelle schon häufiger Fragen über den Bau von Fernsehempfängern eingelaufen sind, sei auch hierüber einiges gesagt. Der Bau eines Fernsehempfängers kostet heute noch viel Geld. Außer der BRAUNSCHE Röhre, über die nachher noch gesondert einige Erläuterungen folgen sollen, gehört zum Fernsehempfänger das Kippgerät (Thyratron) und das Anodenspannungsgerät, dann außerdem der eigentliche Empfänger, zu dessen Bau übrigens eine große Erfahrung nötig ist. Wenn einigermaßen Aussicht auf Erfolg vorhanden sein soll, ist sicherlich mit Anschaffungskosten in Höhe von 500 bis 700 RM zu rechnen, um zum Ziele zu kommen. Es wird einer Schule in der heutigen Zeit eine solche Summe kaum zur Verfügung stehen; wenn es wirklich der Fall sein sollte, wird der Sammlungsleiter andere Sorgen haben, als ein Bastelgerät für Fernsehzwecke bauen zu lassen. Von solchen Versuchen ist also bis auf weiteres dringend abzuraten! — Es soll aber damit nicht gesagt sein, daß die Möglichkeit, die Physik des Fernsehens auf der Schule begreiflich zu machen, bestritten wird. Die Seele des Fernsehempfängers ist die BRAUNSCHE Röhre in ihrer neuen Form mit

Glühkathode bei einer Betriebsspannung von 2000 bis 4000 Volt. Die Firmen M. VON ARDENNE und E. LEYBOLDs Nachf. bringen heute gemeinsam eine BRAUNSCHE Röhre für Oszillographenzwecke an den Markt, die nur noch 100 RM kostet. Ihre Lebensdauer beträgt dem Nennwert nach 1000 Brennstunden, doch wurde dem Bericht am Stand eine Röhre vorgeführt, die bereits 3600 Stunden in Betrieb war, ohne irgendein Nachlassen zu zeigen. Das Bild des Kathodenstrahls auf dem Schirm, der 18 cm Durchmesser hat, war außerordentlich scharf und ohne irgendwelche Verdunklungseinrichtung klar erkennbar; die Röhre ist sogar noch für Hochfrequenz brauchbar und kann daher für viele Zwecke in der Schule in Verbindung mit dem rotierenden Spiegel benutzt werden. Nötig ist allerdings dazu noch die Anodenbatterie, die im Anschaffungspreis auch etwa 150 RM kostet, die aber bei einiger Erfahrung im Selbstbau wohl billiger selbst herzustellen wäre. — Eine BRAUNSCHE Röhre dieser Art anzuschaffen, würde sich auch für Schulsammlungen lohnen, und daran könnte dann in mancher Beziehung das Zustandekommen des Fernsehens erörtert werden. Abgesehen vom Arbeitsfrontempfänger war diese verhältnismäßig billige und ausgezeichnete BRAUNSCHE Röhre das Wichtigste, was die Ausstellung für Schulzwecke bot. An Meßinstrumenten war, soweit die Schule in Frage kommt, kaum etwas Neues zu sehen; hier dürfte die Entwicklung auch wohl abgeschlossen sein.

Endlich möge noch ein kurzer Bericht über die neuen Röhrentypen folgen, die die Firmen Telefunken und Valvo gemeinsam entwickelt haben, und die auf der Ausstellung neu gezeigt wurden¹. Sie unterscheiden sich von den bekannten Mustern äußerlich durch die andere Bauart. Ihre Elektroden werden nicht mehr wie bisher an Sockelstifte geführt, die immerhin leicht verletzlich sind, sondern sie sitzen an Kontakten, die direkt auf dem Sockel der Röhre angebracht sind, so wie es die Amerikaner schon seit längerer Zeit anordnen; diese Röhren mit „Außenkontaktsockel“ sind natürlich nur in Apparaten zu benutzen, die für solche Röhren eingerichtet sind. Die Röhren älterer Bauart verschwinden selbstverständlich nicht vom Markt, sie werden vielmehr wie bisher weiter gebaut. Die neuen Röhren, die äußerlich kleiner sind, besitzen eine sog. „Schnellheizkathode“, die eine erheblich kürzere Anheizzeit erfordert. — Es sind etwa 50 neue Röhren dieser Art herausgebracht worden, wobei es sich aber nur um 5 neue Serien handelt, die sich nur in der Heizart voneinander unterscheiden. Es handelt sich um eine Serie für 4 Volt Wechselstromheizung, eine Serie für Gleich- und Wechselstrombetrieb mit 200 mA Heizstrom (für Allstromempfänger), je eine Autoradioserie für 13 Volt und 6,3 Volt (für Empfänger, die in Automobile eingebaut werden sollen), und eine 2-Volt-Batterie-Serie. Die neuen Serien enthalten nachfolgende

¹ Die folgenden Angaben sind einer freundlichen Mitteilung der Firma Telefunken zu danken.

Typen: eine Duodiode-Doppelzweipolröhre, eine Duodiode und Triode-Doppelzweipol-Dreipolröhre (mit Ausnahme der Zweivolt-Serie), eine Triode-Dreipolröhre, eine regelbare Hochfrequenz-Pentode-Fünfpolregelröhre, eine normale Hochfrequenz-Pentode-Fünfpolschirmröhre, eine Hexode-Sechspolröhre (außer für 2 Volt Batterieheizung), eine Oktode-Achtpolröhre, und verschiedene Endpentoden-Fünfpolendröhren. Für den neuen Volksempfänger wurde mit Rücksicht auf die Forderung nach möglichst geringem Heizstrom eine Reihe von Röhren geschaffen, deren besonderes Kennzeichen die 55-Volt-Kathode ist. — Auch die Typenbezeichnung dieser neuen Röhren ist neu, die Art der Röhre und ihr Verwendungszweck ist aus der nebenstehenden Tabelle zu ersehen.

Danach bedeutet also, um ein Beispiel zu nennen, die Bezeichnung ACH 1, daß die Röhre mit 4 Volt Wechselspannung geheizt wird; die beiden folgenden Buchstaben C und H sagen aus, daß es sich um eine Kombination einer Triode mit einer Hexode handelt; die Zahl 1 ist unwesentlicher und gibt nur an, daß es sich um das erste Modell dieser Röhrenart handelt.

Buchstabe	Bedeutet an 1. Stelle	Bedeutet an 2. bzw. 3. Stelle
A	4 Volt Wechselstromheizung	Diode
B	180 mA Gleichstromheizung	Duo-Diode
C	200 mA Gleich- und Wechselstromheizung	Triode
D		Endtriode
E	6,3 Volt-Heizung aus Starter Batterie (für Kraftwagen-Empfänger)	Tetrode
F	13 Volt-Heizung aus Starter Batterie (für Kraftwagen-Empfänger)	Hf-Pentode
H	4 Volt Batterie-Heizung	Hexode
K	2 Volt Batterie-Heizung	Oktode
L		Endpentode
Y		1-Weg-Gleichrichter
Z		Vollweg-Gleichrichter

Mit dieser kurzen Zusammenstellung möge der Bericht von der Funkausstellung 1935 abgeschlossen sein.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Technische Mathematik. Differential- und Integralrechnung. Von FRANZ EBNER unter Mitarbeit von LUDWIG ROTH. VIII und 167 Seiten, mit 71 Abbildungen, 85 Beispielen und 207 Aufgaben. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1935. Preis in Ganzleinen RM 8,—.

Das Buch will „dem werdenden und dem bereits praktisch tätigen Techniker eine knappe, aber klare und leicht verständliche Einführung in die höhere Mathematik vermitteln, soweit deren Kenntnis für die vertiefte Auffassung des technischen Berufes unentbehrlich ist“. Diese Zielsetzung zeigt schon, daß die Verfasser sehr genau die Klippen kannten, an denen manches frühere Unternehmen ähnlicher Art gescheitert ist. Die Meinung, für den Techniker reiche eine oberflächliche Behandlung der Mathematik aus, so daß der Stoff nicht streng behandelt zu werden brauche, ist ebenso abwegig, wie die Forderung, daß auch die für den Techniker praktisch wertlosen Entwicklungen der Mathematik jeder kritischen Nachprüfung auf mathematische Strenge standhalten müßten. Meines Erachtens gelingt dem Buche die Innehaltung des richtigen Weges in vollem Umfange.

Die sieben Hauptabschnitte behandeln den Differentialquotienten einer Funktion, den Integralbegriff, Differentiationsregeln, die Integrationsverfahren, höhere Ableitungen und ihre Anwendungen, technische Anwendungen der Infinitesimalrechnung und technische Differentialgleichungen.

Die gewonnenen mathematischen Ergebnisse werden überall durch zahlreiche Aufgaben erläutert, deren Lösungen ein beigelegtes Heft bietet,

das 14 Seiten umfaßt. Diese Beispiele sind anders gewählt als in den sonst gebräuchlichen Lehrbüchern und werden nicht nur dem Studierenden und dem jungen Techniker eine geeignete Anleitung zur mathematischen Behandlung seiner Wissenschaft bieten, sondern auch dem Schulmathematiker reizvollen Stoff zur Belebung seines Unterrichtes an die Hand geben. Das Heranziehen der Anschauung und die Benutzung zeichnerischer Verfahren sind in einer noch gar nicht so lange zurückliegenden Zeit als nicht „edel“ genug in Verruf gewesen. Ich glaube, daß das vorliegende Buch geeignet ist, dieses Werturteil gründlich zunichte zu machen. Das Werk verdient weite Verbreitung. *Mth.*

Planimetrie. Mit einem Abriß über die Kegelschnitte. Ein Lehr- und Übungsbuch zum Gebrauche an technischen Mittelschulen. Von Dr. ADOLF HESS. 4. Aufl. IV und 145 Seiten, mit 206 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1934. Preis geh. RM. 3,80.

Das Buch bietet eine kurze Wiederholung der geometrischen Grundlagen und erweitert dann den Stoff bis zu dem Umfange, „wie er von jedem Techniker verlangt werden darf“.

An die elementare Geometrie bis zur Ähnlichkeit (102 Seiten) schließen sich auf 36 Seiten die Abschnitte: Affine Figuren; die Ellipse; die Parabel; die Hyperbel. Es folgt eine Zusammenstellung der wichtigsten Formeln, Tabellen über Größen am Kreis und mit dem Radius 1, sowie wichtige Zahlenwerte.

Ich habe bei der Durchsicht des Buches meine helle Freude daran gehabt zu verfolgen, mit

welchem großen Geschick es der Verfasser versteht, eine denkbar beste Form zu finden, um den Anfänger in die Geometrie einzuführen. Die Verarbeitung des Stoffes läßt auf einen vortrefflichen Lehrer schließen, der seine Darstellung der Aufassungsgabe seiner Schüler vorzüglich angepaßt hat. Die zahlreichen Übungen und Beispiele sind meines Erachtens so zusammengestellt, daß der immer gut gelaunte Verfasser sicher war, seine Zöglinge in Spannung und froher Stimmung zu erhalten. 206 Abbildungen auf 138 Textseiten deuten schon darauf hin, welche Bedeutung der Anschauung beigemessen ist. Die Ausstattung, die der Verlag dem Buche mitgegeben hat, wird dazu beitragen, daß diese Planimetrie von Hess die ihr gebührende weite Verbreitung findet.

Mth.

Vom Einmaleins zum Integral. Mathematik für jedermann. Von EGMONT COLERUS. Mit 73 Abbildungen von HANS STROHOFER, 404 Seiten. Berlin, Wien u. Leipzig: Paul Zsolnay 1934. Preis Ganzleinen RM 5,—.

Das Buch will eine der unzähligen Zwischenmöglichkeiten zwischen „Königswegen“ und „Himalajabesteigungen“ bieten. Ohne Beherrschung der Elementarmathematik, wie sie etwa G. SCHEFFERS oder G. KOWALEWSKI voraussetzen, soll ein im vormathematischen Seelenzustande befindlicher Leser in einer anderen als der schulmäßigen Weise sich das Allgemeinste vom Einmaleins bis zum Integral aneignen können.

Die Überschriften der 37 Kapitel mögen eine Vorstellung von dem behandelten Stoff geben. Wahre Kabbala (gemeint ist die Lehre von den Symbolen der Mathematik); Zehnersystem; Nichtdekadische Ziffersysteme; Symbole und Befehle (die Operationssymbole der Rechenverfahren werden als mathematische Befehle gedeutet); Kombinatorik; Permutation; Kombination im engeren Sinne; Variation; Erste Schritte in der Algebra; Algebraische Schreibweise; Algebraische Operationen; Gemeine Brüche; Gleichungen; Unbestimmte Gleichungen; Negative und Bruchpotenzen; Irrationalzahlen; Systembrüche; Funktionen (Algebraische Ableitung); Pythagoreischer Lehrsatz; Winkel-Funktionen; Imaginäre Zahlen; Koordinaten; Analytische Geometrie; Probleme der Quadratur; Das Differential und das Problem der Rektifikation; Beziehungen zwischen Differentialquotient und Integralbefehl; Drei Arten des Nichts (an einem Parallellflach werden erläutert: Flächen-Nichts, Strecken-Nichts, Punkt-Nichts; Nichts verschiedener Mächtigkeit); Binomischer Lehrsatz; Parabelquadratur des Archimedes; Reihen; Technik der Differentialrechnung; Maxima und Minima; Technik der Integralrechnung; Mittelwert und bestimmtes Integral; Weitere Quadratur-Probleme; Logarithmen; Interpolation, Extrapolation.

Der Verfasser führt einen „Widersacher“ ein, der Einwendungen gegen das Vorgetragene erhebt, so daß gelegentlich Zwiegespräche herauskommen. Dieser „Unentwegte“ bringt in bezug auf Form (z. B. überflüssigen Wortreichtum) und

Inhalt der Darstellung recht treffende Beanstandungen vor, wie sie ein Fachmathematiker beim Lesen des Buches zwangsläufig an den betreffenden Stellen machen müßte. Dadurch sollte wohl der Kritik der Leute, die in der unter dem Namen Mathematik bekannten „Mausefalle“ gefangen sitzen, vorgebeugt werden.

Ich habe es nicht fertig gebracht, das Buch von der ersten bis zur letzten Seite durchzulesen. Immer und immer wieder wurde mir die Darstellung unerträglich, so abwechslungsreich der Verfasser sie auch durch allerlei Würzen zu gestalten bemüht scheint. Gern wollte ich fesselnde Anknüpfungen finden, die den Gedankengang in überraschende Beleuchtung bringen, wonach der Schulmathematiker für seinen Unterricht sucht, um gegen den „mathematischen Minderwertigkeitskomplex“ der Schüler anzukämpfen. Irgend etwas Bedeutsames in dieser Richtung ist mir nicht vorgekommen; es müßte denn gerade auf den Seiten stehen, die ich nur mit dem Daumen gelesen habe. Wenn der Verfasser als erste Folge der „Mausefallen-Eigenschaft“ der Mathematik den großen Mangel an mathematischen Pädagogen beklagt, so glaube ich nicht, daß sein Buch geeignet sein wird, dieser Armut wesentlich abzuhelpen.

Die 400 Druckseiten nach und nach niederschreiben, muß eine gewaltige Willensanstrengung erfordert haben. Bringen die Jünglinge, die der Verfasser nicht verderben will, die Energie auf, dieser Führerhand durch das ganze Buch lückenlos zu folgen, so ist auf einen gewissen Gewinn zu hoffen. Ob aber Mühe und Lohn in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen werden, halte ich für sehr zweifelhaft. *Mth.*

Akustik. Von G. W. STEWART und R. B. LINDSAY. Übersetzt von G. SCHMIDT. 388 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen im Text. Berlin: Carl Heymann 1934. Preis RM 24,—.

Die amerikanischen Verfasser haben in dem vorliegenden Werk ein eigenartiges und sehr wertvolles Lehrbuch ihres Fachgebietes geschaffen. Das Buch gibt eine ausgezeichnete Einführung in diejenigen theoretischen Probleme der Akustik, die jetzt von besonderem Interesse für experimentelle und technische Physik sind. Eine strenge systematische Behandlung des Stoffes würde den Umfang des Buches vervielfacht haben. Die Verfasser haben es daher vorgezogen, auf die Darstellung mancher in den Lehrbüchern der Akustik sonst behandelten Gegenstände zu verzichten und auf die entsprechende Literatur zur verweisen. Schwierigere theoretische Überlegungen bringen sie in einem Anhang. Jedes Kapitel ist trotz einwandfreier mathematischer Behandlung nicht nach rein formal-mathematischen Gesichtspunkten, sondern nach dem physikalischen Inhalt aufgebaut. Diese Art der Darstellung erleichtert die praktische Benutzung des Werkes ganz erheblich; sie erfordert anderseits eine ungewöhnliche und originelle pädagogische Begabung. Diese darf man wohl besonders dem erstgenannten Verfasser zusprechen,

von dem auch der erste Entwurf des Buches ausging. Wer die vorzügliche, leider bisher noch nicht übersetzte Einführung in die Akustik von G. W. STEWART kennt (Introductory Acoustics; D. van Nostrand Company Inc. New York 1932), die nur ganz wenige elementarste mathematische Ableitungen benutzt, wird die didaktische Technik von STEWART in jedem Kapitel des hier besprochenen Buches wiedererkennen, trotzdem hier größtes Gewicht gerade auf die mathematisch-analytische Behandlung gelegt ist. Inhalt: 1. Einige einfache Eigenschaften der akustischen Wellen. Die grundlegende Theorie; 2. Kombination akustischer Elemente; 3. Schallausbreitung. Änderungen in dem Gebiet einer Wellenfläche; 4. Schallfortpflanzung. Änderung in den Medien; 5. Fortpflanzung durch ein Rohr mit einem angesetzten Zweigstück oder mit einem offenen Ende; 6. Verteilte akustische Impedanz. Theorie des Schalltrichters. Akustische Kopplung; 7. Schallfilterung; 8. Akustische Instrumente und Messungen; 9. Physiologische Akustik; 10. Reichweite und Übermittlung des Schalls unter Wasser; 11. Raum- und Bauakustik; 12. Akustik der Atmosphäre. Anhang. Da STEWART der Entdecker der akustischen Siebkotten ist, so ist es nicht verwunderlich, daß das Kapitel über Schallfilterung besonders gut gelungen ist. Hervorgehoben sei ferner noch das eingehende Kapitel über die auch wehrtechnisch so wichtige Unterwasserschalltechnik und das Kapitel über die Schallausbreitung in der Atmosphäre. Die Übersetzung lehnt sich, besonders in der Bezeichnungsweise, allzu eng an das englische Original an. Man wird ferner bedauern, daß die Fülle von wichtigen Arbeiten, die in der Zeit zwischen der Herausgabe des Originals und der Veröffentlichung der Übersetzung erschienen sind, nicht wenigstens in der Form von Anmerkungen des Übersetzers verarbeitet worden ist. *Hiedemann.*

Objektive Photometrie. Von R. SEWIG. 193 Seiten, 140 Abbildungen im Text. Berlin: Julius Springer 1935. Preis RM. 17,50.; geb. RM 19,—.

Die dauernde Verbesserung der lichtelektrischen Zellen und die Schöpfung der neuen, ohne Hilfsspannung arbeitenden Sperrschicht-photozellen hat in den letzten Jahren zu einer immer weiteren Vervollkommenung der „objektiven Photometrie“ geführt. Es ist daher zu begrüßen, daß sich der Verfasser die Aufgabe gestellt hat, in sachlicher Weise einen Überblick über dieses für den Physiker, Chemiker und Ingenieur gleich wichtige Gebiet zu geben. Der Inhalt des Buches gliedert sich in folgende Teile: 1. die lichtelektrischen Umformer (Thermoelemente, Bolometer, Photozellen, Photowiderstände, Sperrschicht-Photoelemente); 2. elektrische Meßgeräte und -methoden (Elektrometer, Galvanometer, elektrische Verstärker, Umformermethoden, Hilfsapparate); 3. optische Hilfsmittel (Anpassung auf Augenempfindlichkeit, Filter für verschiedene Spektralbezirke, Spektralapparate und Monochromatoren, Schwächungsvorrichtungen, sonstige optische Hilfsmittel); 4. objektive Photometrie (Gesamtstrahlungsmessung, Teilstrahlungsmessungen für

breite und enge Spektralbezirke); 5. lichttechnische Photometer.

Wie ein Blick auf das Inhaltsverzeichnis zeigt, hat der Verfasser den größten Wert auf die ausführliche Beschreibung der zu photometrischen Untersuchungen im weitesten Sinne notwendigen modernen Hilfsmittel und Apparate gelegt und letztere in einer großen Anzahl guter Abbildungen dargestellt, so daß sich der Leser leicht über Vorteile und Nachteile der einzelnen Geräte orientieren kann. Auch der an lichtelektrischen Messungen selbst weniger Interessierte findet in dem Buch viel Wissenswertes, z. B. über den Anwendungsbereich der verschiedenen Galvanometer, Elektrometer usw., über Verstärker und Registriervorrichtungen, über Farbfilter, Spektralapparate und sonstige optische Hilfsmittel.

Die Darstellung ist übersichtlich und klar und wird durch ein ausführliches Literaturverzeichnis ergänzt. Das Buch kann jedem, der sich mit physikalischen Messungen beschäftigt, empfohlen werden.
L. Bergmann.

Der Kondensator in der Starkstromtechnik. Von FR. BAUER. 214 Seiten mit 234 Textabbildungen. Berlin: Julius Springer 1934. Preis geb. RM 18,50.

Das Buch ist aus der Praxis für die Praxis geschrieben und beschäftigt sich ausschließlich mit Kondensatoren höherer Blindleistung, wie sie in den letzten Jahren insbesondere für die Kompensation des Phasenwinkels in Starkstromnetzen ausgebildet worden sind.

In den Anfangskapiteln werden die nötigen Definitionen aufgestellt und das Verhalten des Kondensators im Wechselstromkreis erörtert. Sodann werden eingehend die Erscheinungen diskutiert, die im Falle der Resonanz mit der Netzfrequenz oder einer ihrer Oberfrequenzen möglich sind; ferner werden die Vorgänge beim Schalten sowie beim Entladen von Kondensatoren und beim Kurzschluß besprochen; endlich sind auch Maßnahmen zur Schadenverhütung, soweit notwendig, angegeben.

Die folgenden Abschnitte, die die Anwendungen des Kondensators in Industrieanlagen und in Verteilungsnetzen behandeln, lassen, wie zu erwarten, neben den technischen auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte stark in den Vordergrund treten. Diese Kapitel wenden sich an den Betriebsingenieur und setzen daher ein relativ hohes Maß von Kenntnissen auf dem Spezialgebiet der elektrischen Maschinen voraus. Es werden die verschiedenen Kompensationsarten besprochen, ferner Generatoren mit kapazitiver Selbsterregung, Motoren mit kapazitiver Hilfsphase; weiter wird der Kondensator mit der bisher meist angewendeten Blindleistungsmaschine bezüglich Wirkungsweise und Wirtschaftlichkeit ausführlich verglichen, die Möglichkeit selbsttätiger Regulierung der Kompensationsblindleistung besprochen und endlich die erst in jüngster Zeit aufgetauchten Bestrebungen zur Befreiung der Kraftleitungen von der Blindlast beim Parallelbetrieb von Kraftwerken erörtert, aber auch auf die dabei auftretenden Gefahren hingewiesen.

Es folgt ein Kapitel, welches die Berechnung, Konstruktion und Fabrikation von Starkstromkondensatoren umfaßt und auch die Rohstofffrage bespricht. Prüfung und Messung der Fertigfabrikate werden leider nur kurz gestreift. Vom Standpunkt des Physikers aus wäre hier eine größere Ausführlichkeit erwünscht gewesen. Dazu beschränkt sich die Darstellung, wie in den übrigen Abschnitten, auf Kondensatoren als Phasenschieber. Kondensatoren für andere Zwecke der Starkstromtechnik sind teils sehr kurz, teils gar nicht behandelt.

Ein Schlußkapitel bespricht Sonderanwendungen (Glättungsschaltungen, Wanderwellenschutz).

Das Buch hilft ohne Zweifel einem bisher bestehenden fühlbaren Mangel in der Fachliteratur ab und wird dem einschlägigen Betriebsfachmann mancherlei Anregung geben; eine entsprechende Verbreitung ist ihm zu wünschen, soweit man von einer solchen bei einem Spezialwerk mit beschränktem Interessentenkreis reden kann. Druck und Ausstattung sind vorzüglich. Störend ist nur eine nicht unerhebliche Anzahl von Druckfehlern, die stellenweise in auffälliger Häufung auftreten, und die sich bei exakter Durchsicht der Fahnen zweifellos hätten vermeiden lassen. *Zickner.*

Elektrotechnik in Bildern. Was man vom elektrischen Strom wissen muß; eine Einführung für alle. Von GUSTAV BÜSCHER. I mit über 300 Abbildungen im Text und auf Tafeln, 63 Seiten. II mit über 360 Abbildungen, 68 Seiten. Stuttgart: Franckh 1934. Preis kart. je RM 2,20.

Die beiden Hefte wollen elektrotechnische Erkenntnisse in gemeinverständlicher Form geben. Der physikalische und technische Inhalt von Abbildungen aus dem Gebiete der Elektrotechnik wird unter Hinzufügung eines kurzen Wortlautes durch Bilder aus den Erfahrungen des täglichen Lebens erläutert. Diese Art, Einblicke in technische Gebiete zu vermitteln, führt zu Einfällen, die ich mit dem Beiwort „niedlich“ kennzeichnen möchte. Bei genauerer Verfolgung der Ähnlichkeiten in den Vergleichen kann aber der Physiker oft nicht mehr mitgehen. Das mag darin begründet sein, daß der Fachmann die Fähigkeit verloren hat, zum vorwissenschaftlichen Denken zurückzufinden. Deshalb seien die beiden Hefte so beurteilt, wie es das Leitwort ausdrückt, das FRITZ REUTER 1853 dem ersten Teil seiner *Läuschen und Rimels* mitgegeben hat:

Wer't mag, dei mag't;

Un wer't nich mag,

Dei mag't jo woll nich mägen.

Mth.

Funktechnik spielend gelernt und verstanden! 100 Seiten. Mit 120 Abbildungen im Text. Berlin: E. S. Mittler & Sohn 1935. Preis geh. RM 0,60.

Das Büchlein ist als Ergänzungs- und Erklärungsbuch zum Siemens-Rundfunk-Baukasten gedacht. Als solches beschreibt es das Schema

der einzelnen Versuchsanordnungen und zeichnet sich dabei durch lebendige Darstellung aus.

Wenn sich die Verfasser OBERING, GEORG TAUCHMANN, Ing. WILHELM SCHWINDACK und Dipl.-Ing. JOSEF DREIER lediglich auf eine Beschreibung der Versuche beschränkt hätten, ließe sich sagen, daß das Büchlein, von kleinen Mängeln abgesehen, seinen Zweck erreicht hätte. Aber eine einfache Beschreibung scheint den Verfassern nicht genügt zu haben; sie wollten ein originelles Lehrverfahren entwickeln, denn im Vorwort heißt es: „Bei vielen der bisher bekannten Lehrgeräte ist der Weg eingeschlagen worden, daß man durch die Theorie zur Praxis gelangte, d. h. erst nach langer Beschreibung der Grundsätze der Physik zum praktischen Versuch kam.“ „Die nachfolgend beschriebene Methode weicht von diesen Grundsätzen ab. Es wird hier der Weg eingeschlagen, auf möglichst einfache Weise zu einem exakten Versuch zu gelangen und nach dem wirklich gelungenen Versuch die Grundsätze der Physik zu erklären.“

Genauere Durchsicht des Heftes zeigt, daß von einer Erklärung der Physik „nach dem wirklich gelungenen Versuch“ keine Rede sein kann. Auf S. 19, also keineswegs nach den Versuchen, schreiben die Verfasser: „Haben wir bisher sozusagen den mehr theoretischen Grundstein für unser Wissen um die Eigenschaften der Elektrizität gelegt, so wollen wir in den folgenden Abschnitten mehr auf die Praxis Rücksicht nehmen . . .“

Der „sozusagen mehr theoretische Grundstein“ ist mit Fehlern und Unzulänglichkeiten reich gespickt. Die Theorie wird vor, zwischen und nach der Beschreibung der Versuche, ohne Leitmotiv, zusammenhanglos heruntergehaspelt. Ein solches Vorgehen kann auf keinen Fall mit der populären Art der Darstellung entschuldigt werden.

Es mögen einige Beispiele herausgestellt werden.

Auf S. 11 heißt es: „Die älteste Vorstellung von dem Wesen der Elektrizität als etwas Stofflichem, also Greifbarem, das z. B. dem Bernstein durch Reibung entlockt gedacht wurde, ist nach den neuesten Forschungen wieder in den Vordergrund gerückt.“ Wo das Greifbar-Stoffliche in der heutigen Atomistik zu finden ist, bleibt ein Rätsel. Wozu überhaupt dieser Satz? Was hat der junge Leser davon? Das führt zur Verwirrung, denn erklärt wird ihm damit nichts, wohl aber etwas Falsches gesagt. Auf S. 34 liest man, daß die Elektronen infolge der durch die gegenseitige Reibung erzeugten Wärme den Verbindungsdraht erhitzen. Zu dieser Behauptung gehört allerhand. Hängt das etwa mit der „greifbar-stofflichen“ Elektrizität zusammen? Auf S. 12 wird die Atomtheorie herangezogen. Ohne Grund, denn zur Erklärung der Schaltungen und ihrer theoretischen Zusammenhänge ist sie nicht nötig. Ein Atomkern mit zwei kreisenden Elektronen wird eingeführt und gesagt: „Der Atomkern mit seiner positiven Ladung zieht die Elektronen mit den negativen Ladungen an sich. Die Elektronen jedoch mit ihren negativen Ladungen stoßen sich gegenseitig ab und vollführen, einerseits durch den positiven Atomkern angezogen, andererseits aber durch die

gleichnamige negative Ladung stetig abgestoßen, eine Kreisbewegung um den Atomkern.“ Das ist also die Ursache der Kreisbewegung? Man stößt auf viele verschwommene Erklärungen und erhält oft den Eindruck nachlässiger Bearbeitung. Der junge Leser wird von dem Buche wohl recht wenig zufriedengestellt werden. *R. H. Schulz.*

Science Progress. A Quarterly Review of Scientific Thought, Work and Affairs. London: Edward Arnold & Co. Preis jedes broschierten Heftes 7 sh. 6 d.

Die jetzt 30 Jahre bestehende, vierteljährlich erscheinende Zeitschrift will alle naturwissenschaftlich Interessierten über die wesentlichen Fortschritte der Naturwissenschaften, über die Probleme, mit denen sich die Forschung jeweils besonders stark beschäftigt, und über die Vorgänge in der wissenschaftlichen Welt auf dem laufenden halten. Diesem Zweck dienen erstens größere Artikel über Fragen, die bereits weitgehend geklärt werden konnten, zweitens eine regelmäßige Berichterstattung über neue Ergebnisse der Naturwissenschaften unter dem Titel: „Recent Advances in Science“. In diesen Berichten sind nicht etwa wahllos Einzelergebnisse der neuesten Forschungsarbeiten aufgeführt, sondern jeweils eine, manchmal auch mehrere Gruppen von neuesten Arbeiten in ihrem natürlichen Zusammenhange behandelt, wobei angestrebt wird, die näheren und weiteren Forschungsziele dieser Arbeiten aufzuzeigen. Besonders wichtige Einzelergebnisse, die nicht in den Rahmen der jeweiligen Gruppenberichte passen, werden als kurze Notizen gebracht. Im Rahmen der Notizen wird ebenfalls über die Vorgänge in der wissenschaftlichen Welt, wie Tagungen, Berufungen usw. berichtet. Jedes Heft enthält eine große Zahl Buchbesprechungen, die bisweilen in der Form eines „Essay-Review“ ausgeführt sind. Diese in Deutschland leider nur selten angewandte Form der Besprechung besteht in einem Essay über bestimmte Probleme, die in einem oder auch in mehreren Büchern behandelt wurden. Die persönliche Auffassung des Besprechers zu den betreffenden Fragen steht dabei im Vordergrund. Die Besprechung selbst ist geradezu eine persönliche Auseinandersetzung mit dem oder den betreffenden Verfassern. Diese Essay-Reviews sind also keine objektive, sondern bewußt persönliche Meinungsäußerungen des Besprechers und daher meist sehr reizvoll und anregend. Alle Beiträge haben eine sehr hohe wissenschaftliche Höhenlage, da sie durchweg von anerkannten Wissenschaftlern abgefaßt sind. Die Art der Darstellung ist bewußt klar und einfach, so daß auch ohne eigentliches Fachwissen die besprochenen Fragen verstanden werden können. Die gerade in England so häufige Begabung der allgemeinverständlichen Darstellung kommt in dieser Zeitschrift sehr stark zum Ausdruck und fördert die Absicht der Zeitschrift, ein Gesamtbild des naturwissenschaftlichen Fortschrittes zu vermitteln.

Die Ausstattung eines jeden Heftes ist vorzüglich. Jede Nummer ist so stark broschiert, daß

ein Einbinden wohl nur für Bibliotheken erforderlich ist. Der Preis muß als niedrig bezeichnet werden.

Im folgenden seien die 1934 erschienenen Hefte kurz besprochen.

Nr. 111. Bd. 28. Januar 1934. 207 Seiten. Größere Artikel von: M. GREENWOOD: „Epidemien-Kunde als Zweig der experimentellen Biologie“; W. E. GIBBS: „Chemische Technik und ihre industrielle Bedeutung“; W. E. CURTIS: „Die Hyperfeinstruktur der Spektrallinien“; FRANK W. JANE: „Stand und Ziele der Erforschung der Holzstruktur“; DOUGLAS MCKIE und W. CAMERON WALKER: „Das früheste Bild von JOSEPH PRIESTLEY“. In den Berichten über neuere Fortschritte werden folgende Gebiete behandelt: Reine Mathematik (E. MAITLAND WRIGHT); Astronomie (R. W. WRIGLEY); Physik (L. F. BATES); Allgemeine und organische Chemie (O. L. BRADY); Physikalische Chemie (O. H. WANSBROUGH-JONES); Geologie (G. W. TYRRELL); Botanik (E. J. SALISBURY); Entomologie (H. F. BARNES); Landwirtschaftliche Physiologie (A. WALTON) und Vorgeschichte (E. N. FALLAIZE). Außer den Notizen und Buchbesprechungen enthält das Heft noch einen sehr lesenswerten Essay-Review von G. BURNISTON BROWN: „Kausalität oder Chaos?“, worin folgende Werke besprochen sind: „Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis“ von Sir JAMES JEANS; „Atom und Kosmos“ von HANS REICHENBACH und „Kausalität“ von LUDWIG SILBERSTEIN.

Nr. 112. Band. 28. April 1934. 207 Seiten. Größere Artikel von: L. VEGARD: „Das Nordlicht und was es erzählt“; KENNETH C. BAILEY: „Die Bedeutung der Chemie in der Geschichte“; C. B. FAWCETT: „Geographische Faktoren in der Entwicklungsgeschichte des Menschen“; F. S. RUSSELL: „Der Thunfisch“; D. H. FOLLETT: „Lichtelektrische Zellen“. In den neuen wissenschaftlichen Fortschritten wird berichtet über: Angewandte Mathematik (F. E. RELTON); Astronomie (R. W. WRIGLEY); Physik (L. F. BATES); Meteorologie (E. V. NEWNHAM); Biochemie (W. O. KERMACK); Geologie (G. W. TYRRELL); Bodenkunde (N. M. COMBER); Botanik (E. J. SALISBURY); Pflanzen-Physiologie (W. STILES) und Zoologie (G. R. DE BEER, E. B. FORD, J. A. MOY-THOMAS, B. W. TUCKER und J. Z. YOUNG). Außer den Notizen und Besprechungen enthält das Heft noch einen Essay-Review von JAMES RITCHIE: „Die Wandlung von CHARLES DARWIN“ als Besprechung des 1933 von NORA BARLOW nach dem Manuskript veröffentlichten „Tagebuch der Reise des Beagle“ von CHARLES DARWIN.

Nr. 113. Band 29. Juli 1934. 192 Seiten. Größere Artikel von: A. C. SEWARD: „Eine ausgestorbene malayische Flora in England“; PHILIP LAKE: „Die Flüsse von Wales und ihre Verbindung mit der Themse“; F. J. SCRASE: „Moderne Erdbebenforschung“; JAMES KENDALL: „Neue und alte Elemente“; G. F. P. TRUBRIDGE: „Turbulente Strömung“ und H. F. BARNES: „Zur Biologie und über die wirtschaftliche Bedeutung der Cecidomyidae“. Die Berichte über wissenschaftliche Fortschritte behandeln: Reine Mathe-

matik (E. MAITLAND WRIGHT); Astronomie (R. W. WRIGLEY); Physik (L. F. BATES); Allgemeine und organische Chemie (O. L. BRADY); Physikalische Chemie (O. H. WANSBROUGH-JONES); Geologie (G. W. TYRRELL); Botanik (E. J. SALISBURY); Entomologie (H. F. BARNES) und Vorgeschichte (E. N. FALLAIZE). Außerdem wissenschaftliche Notizen und Buchbesprechungen.

Nr. 114. Band 29. Oktober 1934. 191 Seiten. Größere Artikel von: N. FEATHER: „1932 und später: Die neue Kern-Physik“; R. S. WIMPENNY: „Ägyptische Fischereien“; A. J. MEE: „Geschmack und chemische Konstitution“; HUGH NICOL: „Über Mikroben, die gemeinsam auftreten“; A. S. C. LAWRENCE: „Polymere“; DOUGLAS MCKIE: Über ROBERT BOYLES 1673 veröffentlichte „Essay's über Fluida“ und T. W. HALL: „Graphische Statik. Eine neue Methode“. Die Berichte über wissenschaftliche Fortschritte behandeln: Astronomie (R. W. WRIGLEY); Physik (L. F. BATES); Meteorologie (E. V. NEWNHAM); Biochemie (W. O. KERMAK); Geologie (G. W. TYRRELL); Botanik (E. J. SALISBURY); Pflanzen-Physiologie (W. STILES); Zoologie (G. R. DE BEER und J. A. MOY-THOMAS) und Physische Anthropologie (L. H. DUDLEY BUXTON). Wissenschaftliche Notizen, Buchbesprechungen und ein Essay-Review von C. H. WADDINGTON: „Entwicklungsgeschichtliche Felder“, das eine Besprechung des Werkes: „Experimentelle Embryologie“ von J. S. HUXLEY und G. R. DE BEER gibt. *Hiedemann.*

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Herausgegeben von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften“. Dreizehnter Band. Mit 205 Abbildungen, 373 Seiten. Berlin: Julius Springer 1934. Preis geb. RM 29,40.

Der Band enthält die folgenden Beiträge: R. FLEISCHMANN und W. BOTHE (Heidelberg): Künstliche Kern- γ -Strahlen, Neutronen, Positronen (56 Seiten mit 25 Abbildungen); F. KIRCHNER (Leipzig), Elementumwandlung durch schnelle Wasserstoffkerne (33 Seiten mit 27 Abbildungen); E. G. STEINKE (Königsberg i. Pr.), Die kosmische Ultrastrahlung (60 Seiten mit 32 Abbildungen); R. SUHRMANN (Breslau), Über den äußeren Photoeffekt an adsorbierten Schichten (74 Seiten mit 65 Abbildungen); B. GUDDEN (Erlangen), Elektrische Leitfähigkeit elektronischer Halbleiter (33 Seiten mit 3 Abbildungen); RUDOLF FRERICHs (Charlottenburg), Das Wasserstoffisotop (53 Seiten mit 29 Abbildungen); HILDA GERINGER (Brüssel) und WILLY PRAGER (Istanbul), Mechanik isotroper Körper im plastischen Zustand (54 Seiten mit 24 Abbildungen).

Schon diese Überschriften zeigen, daß die „Ergebnisse“ den 1922 in Angriff genommenen Plan zielsicher verwirklichen, in jedem Band über das zu berichten, „was im vorangegangenen Jahre zu besonderer Bedeutung gelangt ist“. Das Namenverzeichnis der einzelnen Verfasser läßt erkennen, mit welchem Geschick der für ein bestimmtes Gebiet geeignetste Berichtersteller ausgewählt und zur Mitarbeit gewonnen worden ist. Kennt ein Leser einen Verfassernamen noch

nicht, so braucht er sich nur in den betreffenden Abschnitt zu vertiefen, um zu der Überzeugung zu gelangen, daß eine Persönlichkeit das Wort genommen hat, die das behandelte Gebiet nicht nur beherrscht, sondern vielfach auch durch eigene Forschung gefördert hat. Dabei sind die Beiträge nach keiner Richtung hin irgendwie „normalisiert“, sondern jedem Mitarbeiter wird seine Eigenart zugebilligt. Wie solche Duldsamkeit eine fesselnde Darstellung keineswegs ausschließt, sondern dem Ganzen einen besonderen Reiz verleiht, zeigt der 13. Band von neuem mit aller Deutlichkeit.

Die „Berichte“ unserer Zeitschrift, die anderweitige Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Wissenschaft und des Unterrichts zusammenfassen, sind natürlich mit einem anderen Maßstabe zu messen als die „Ergebnisse“. Die Ziele aber sind in beiden Fällen ähnlich. Es ist mir oft eine herzliche Freude gewesen, wenn der bisherige Herausgeber der „Ergebnisse“, der unsere Zeitschrift aufmerksam verfolgte, für die Berichte der Poskeschen Zeitschrift Worte ehrlicher Anerkennung fand. Sieht man unsere Berichte in den letzten Jahrgängen durch, so wird man auf zahlreiche Hinweise auf die „Ergebnisse“ stoßen. Erwähnt sei noch, daß die den einzelnen Beiträgen angefügten Literaturverzeichnisse in Band 13 im ganzen 1501 ursprüngliche Arbeiten angeben. Dadurch bilden die „Ergebnisse“ auch ein sehr wertvolles Nachschlagewerk für das „Gewordene“.

Aus dem Gesagten ergibt sich von selbst, daß Band 13 der „Ergebnisse“ ein Werk ist, das größte Empfehlung verdient. Wer es zur Hand nimmt, wird auch an der Ausstattung des Buches seine Freude haben und dem Verlage dafür Dank wissen. *Mth.*

Alte Probleme — neue Lösungen in den exakten Wissenschaften. Fünf Wiener Vorträge (zweiter Zyklus). Von K. MENDER-H. THIRRING-H. MARK-F. SCHEMINSKY-H. HAHN. 122 Seiten. Mit 26 Abbildungen. Leipzig und Wien: Franz Deuticke 1934. Preis RM 3,60.

Im Studienjahr 1933/34 wurden — ähnlich wie im Jahre zuvor — im physikalischen Institut der Universität Wien von hervorragenden Sachkennern für einen größeren Hörerkreis 5 Vorträge gehalten, die nunmehr unter dem oben angegebenen Titel gedruckt vorliegen. Es sind Themen, die weit über den Kreis der Naturwissenschaftler hinaus regem Interesse begegnen werden, nämlich die folgenden: „Ist die Quadratur des Kreises lösbar?“ (von KARL MENDER); „Kann man in den Weltraum fliegen?“ (HANS THIRRING); „Kann man Elemente verwandeln und komplizierte Naturstoffe herstellen?“ (HERMANN MARK); „Kann Leben künstlich erzeugt werden?“ (FERDINAND SCHEMINSKY); „Gibt es Unendliches?“ (HANS HAHN).

KARL MENDER gibt einen sehr hübschen und klaren Einblick in die drei „klassischen“ Probleme der Würfelverdoppelung, der Winkeldreiteilung und der Kreisquadratur und in ihre Behandlung

vom Altertum bis zur Gegenwart, um sich dann dem Begriff der transzendenten Zahl und einigen Fragen der Mengenlehre zuzuwenden. — Sehr reizvoll ist das zweite Thema. THIRING erörtert die einzelnen Schwierigkeiten des Problems: daß lebende Wesen nur eine maximale Beschleunigung ertragen können; daß bei den bisher erreichten Ausströmungsgeschwindigkeiten der Verbrennungsgase aus Raketen (maximal 1100 m/sec) der Bedarf an Treibstoff bis zur Überwindung der Erdanziehung ungeheuerlich groß wäre (mehr als 20000mal so groß wie das Gewicht des Raketenkörpers mit Nutzlast) u. v. a. Darüber hinaus werden weitere Fragen besprochen (Steigerung der Ausströmungsgeschwindigkeit; Temperatur im Weltraum; Benutzung des Raketenprinzips bei Flügen auf der Erde, insbesondere Raketenstart usw.). — H. MARK führt uns nach interessanten Rückblicken auf alchemistische Fragen zu der modernen Atomzertrümmerung (die zwar vorerst noch praktisch bedeutungslos, aber theoretisch ungeheuer wichtig ist) und zum künstlichen Aufbau hochmolekularer Stoffe (Kautschuk). — In dem Vortrag von SCHEMINSKY taucht die uralte Frage nach der Urzeugung vor uns auf. Der Autor zeigt uns das Hin und Her der Meinungen, die im Laufe der Zeit über diese Frage geherrscht haben; er macht uns bekannt mit verschiedenen Versuchen (von LEDUC, OSTWALD u. a.), physikalische und chemische Erscheinungen zu finden, die eine gewisse äußerliche Ähnlichkeit mit Lebensvorgängen haben, und mit den wertvollen Erkenntnissen, die sich aus der Beschäftigung mit dem noch ungelösten Problem ergeben haben. — HANS HAHN endlich, der 1934 verstorbene Mathematiker der Universität Wien, gibt einen sehr tiefen und fördernden Einblick in das Problem des Unendlichen in der Mathematik. Er behandelt grundlegende Fragen der CANTORSchen Mengenlehre, erörtert dann die Bedeutung, die die Aussagen „Es gibt“ und „Es gibt nicht“ in der Physik und in der Mathematik haben, bespricht kurz die drei wesentlichen Standpunkte, die man in der Mathematik zu dieser Frage einnehmen kann (den realistischen oder Platonischen, den intuitionistischen oder Kantischen und den logistischen Standpunkt; Verfasser selbst vertritt den zuletzt genannten) und diskutiert schließlich eingehend Sinn, Bedeutung und mögliche Beantwortung der Frage: „Ist der Raum des physikalischen Geschehens unendlich oder endlich ausgedehnt?“

Uralte Probleme sind es, mit denen sich jeder schon einmal mehr oder weniger eingehend beschäftigt hat, und die einen immer wieder packen, wenn man auf sie stößt. Das vorliegende Büchlein ist ein gediegener und kundiger Führer in ihr Reich, dem man sich gern und willig anvertrauen kann. Dem, der weiter eindringen will, geben die zahlreichen Literaturhinweise zu jedem Vortrag eine kräftige Hilfe. Der Lehrer an höheren Schulen wird das Büchlein nicht nur mit Genuß, sondern auch mit gutem Gewinn für seinen Unterricht lesen. Auch älteren Schülern ist es zu empfehlen.

Lamla.

Umsturz im Weltbild der Physik. Gemeinverständlich dargestellt von ERNST ZIMMER. Mit einem Geleitwort von Dr. MAX PLANCK und 58 Abbildungen, 267 Seiten. Zweite Auflage. München: Knorr und Hirth G. m. b. H. 1934. Preis geh. RM 4,50; Leinen RM 5,70.

Die erste Auflage dieses vortrefflichen Buches ist in der vorliegenden Zeitschrift 48, 139 (1935) ausführlich besprochen worden. Das Vorwort zur zweiten Auflage sagt: „Außer einigen kleineren Zusätzen ist neu aufgenommen worden eine kurze Darstellung von DIRACS Voraussage der Existenz von Positronen, die Entdeckung der künstlichen Radioaktivität durch J. CURIE und F. JOLIOT und FERMIS Neutrino. Einige Reden und Aufsätze HEISENBERGS, v. LAUES und anderer aus den letzten Monaten sind natürlich auch berücksichtigt worden.“ Der große Erfolg, den das Buch gefunden hat, ist voll berechtigt und dem Werk auch weiter zu wünschen. Mth.

Experimentelle Einführung in die Chemie. Von A. VON ANTROPOFF. 3. neubearbeitete Auflage. 94 Seiten mit 12 Abb. im Text. Leipzig und Hamburg: Leopold Voß 1935. Preis brosch. RM 2,70.

Die experimentelle Einführung liefert den Stoff für die praktischen Übungen, durch welche die Studierenden sich den praktischen und theoretischen Wissensstoff aneignen, der zum Verständnis der Anfängervorlesung der Chemie gehört. Die Einführung zeichnet sich vor anderen ähnlichen Anleitungen dadurch aus, daß sie fortgesetzt Fragen an den Studierenden stellt, die diesen zum Nachdenken, zum Studium der Lehrbücher und zu Anfragen in der Besprechung mit dem Dozenten anregen. Besonderer Wert wird auf sinnvolles Rechnen und kritische Wertung der Beobachtungsfehler gelegt. Gerade die künftigen Lehrer der Chemie werden von solchen Versuchen und theoretischen Anweisungen für ihre spätere Berufsarbeit viel Nutzen haben.

Da sich der behandelte Stoff aus dem Zwecke des Werkchens ergibt, kann auf nähere Angaben verzichtet werden. Nur auf die Konstanten und Tabellen am Schlusse des Werkchens, z. B. auf die Diagramme für Lösungen von Gasen und Salzen in Wasser, die Atomgewichtstabelle nach Ordnungszahlen und namentlich auf die Wiedergabe des PSE in der vom Verfasser herrührenden Form sei noch besonders hingewiesen.

Die experimentelle Einführung trägt nach Form und Inhalt ein durchaus eigenes Gepräge. Der chemische Unterricht an höheren Schulen kann Anregungen praktischer und theoretischer Art daraus entnehmen. Dm.

Allgemeine und physikalische Chemie. Von H. KAUFFMANN. 1. Teil. Fünfte, verbesserte Auflage. 156 Seiten, mit 12 Figuren. Sammlung Götschen. Band 71. Berlin u. Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1934. Preis geb. RM 1,62.

Das Bändchen ist einer eingehenden Neubearbeitung und einer sorgfältigen Einstellung auf den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft unterzogen worden. Ältere, an Bedeutung abgeschwächte

oder ausgediente Ansichten wurden teils gekürzt, teils ganz gestrichen, um dadurch Raum für wichtiger gewordene andere Fragen zu schaffen. Auf diese Weise war es möglich, ohne Vergrößerung des Bändchens und ohne Verzicht auf Anschaulichkeit die neueren Tatsachen hereinzunehmen und vor allem die neueren Erfahrungen über Elemente, Ionen, Katalyse und Oberflächenwirkung einzugliedern.

Scharf.

Remsens Einleitung in das Studium der Chemie.

Neu bearbeitet und neu herausgegeben von H. REIHLEN. 9., völlig neu bearbeitete Auflage. XII und 317 Seiten, mit 56 Abbildungen und 4 Tafeln. Dresden u. Leipzig: Th. Steinkopff 1935. Preis geb. RM 10,—.

Das alte REMSENSche Lehrbuch ist ursprünglich amerikanischer Herkunft. Daß inzwischen eine 9. deutsche Auflage notwendig geworden ist, ist ein Zeichen für die Beliebtheit des Buches; in den älteren Auflagen wird es als „REMSEN-SEUBERT“ den meisten Lesern bekannt sein. Der Hauptgrund für diese Beliebtheit dürfte der sein, daß der Text des Buches sehr klar ist, vielfache Wiederholungen vorkommen, die Rechenbeispiele ausführlich durchgeführt sind und das technisch Wichtige entsprechend betont ist. Von der physikalischen Chemie wird nur so viel gebracht, wie zum Verständnis der reinen Chemie unerlässlich ist. Auf die Beschreibung von Versuchsanordnungen wird verzichtet, um die Darstellung nicht zu unterbrechen.

In die Neuauflage sind bestimmte Anweisungen zur Aufstellung von Reaktionsgleichungen und Strukturformeln neu aufgenommen worden, ferner eine Ableitung des Massenwirkungsgesetzes und ein Abschnitt über Isomorphismus und Kolloide. Kampf- und Sprengstoffe werden ausführlicher als in den vorhergehenden Auflagen besprochen. Bei der Durchsicht des Abschnittes über aktive Kohle fiel mir auf, daß in dem Buch ohne jeden Vorbehalt drei Modifikationen des Kohlenstoffes (Diamant, Graphit, amorpher Kohlenstoff) unterschieden werden; auch bei der Besprechung des Kristallbaues von Diamant und Graphit wird nicht darauf hingewiesen, daß „amorpher“ Kohlenstoff nichts weiter als fein verteilter Graphit ist. In einer im September 1934 abgeschlossenen Neuauflage hätten diese neueren Ergebnisse der Strukturanalyse wohl berücksichtigt werden können.

Das periodische System der Elemente wird etwa in der Mitte des Buches abgehandelt, während es früher am Ende stand (die dazugehörige Tafel ist allerdings an eine falsche Stelle geraten.) Das Kapitel am Schlusse des Buches über organische Chemie wurde (in veränderter Form) beibehalten. Es fällt mit seinem Charakter eines Repetitoriums vollkommen aus dem Rahmen des übrigen Buches heraus und sollte daher am besten ganz fortfallen.

Wegen seines leicht verständlichen Stiles und der Beschränkung auf die einfachsten Tatsachen der anorganischen Chemie kann das Buch dem Studierenden für das erste Eindringen in das chemische Gebiet warm empfohlen werden.

Scharf.

Tabellen zu den Vorlesungen über allgemeine und anorganische Chemie. Von H. STAUDINGER, unter Mitarbeit von G. RIENÄCKER. 2. Aufl. 168 Seiten. Karlsruhe: G. Braun 1935. Preis geb. RM 5,40.

Unter Hinweis auf die empfehlende Besprechung, welche die 1. Auflage dieser Tabellen in dieser Zeitschrift (41, 108) erfahren hat, sei auf einige Änderungen und Verbesserungen der vorliegenden 2. Auflage aufmerksam gemacht.

Die Zahlenangaben sind den neuesten Forschungsergebnissen entsprechend überholt und die statistischen Angaben über Rohstoff-Förderung, -Verarbeitung und -Erzeugung sind bis in die letzten Jahre (1932) weitergeführt, so daß man an den beigegebenen Kurvendarstellungen deutlich die weltwirtschaftlichen Rückschläge in der Kriegs- und Nachkriegszeit erkennt. Bei der Überholung der geschichtlichen Mitteilungen hat, wie im Vorwort zu lesen, R. WINDERLICH mitgewirkt, und manche irrtümliche Angabe der 1. Auflage berichtigt. Neu sind Tabellen und Abbildungen zum Bau der Kristalle (Atom-, Ionen- und Molekülitter), über die physikalischen Konstanten der wichtigsten Gase, über die p_H -Umschlagsintervalle für die im Laboratorium gebräuchlichsten Indikatoren, zur Struktur der Silikate, über Schmelz- und Erstarrungsvorgänge von Mischungen und Verbindungen mit Diagrammen, z. B. auch mit dem Eisenkohlenstoff-Diagramm und anderes mehr. Neu ist auch ein Sachregister, das der 1. Auflage fehlte.

Trotz dieser dem Fortschritte der Wissenschaft entsprechenden Erweiterungen, die an Stelle einiger weniger wichtigen Tabellen eingetreten sind, ist der Umfang nicht gewachsen; die Seitenzahl ist sogar von 226 auf 168 zurückgegangen, doch ist das Format des Buches etwas vergrößert. Besonders erfreulich ist die Preissenkung von RM 9,— auf RM 5,40.

Den Lehrern der Chemie an höheren Schulen können die Tabellen ihrer Anschaulichkeit und Reichhaltigkeit wegen im Unterrichte vielfältige Dienste leisten.

Dm.

Die technischen Anwendungen der physikalischen Chemie. Von J. HOLLUTA. 354 Seiten mit 66 Abbildungen. Stuttgart: Ferdinand Enke 1934. Preis geb. RM 22,—.

Die technischen Anwendungen der physikalischen Chemie sind meistens in Monographien oder Veröffentlichungen über Teilgebiete behandelt worden. Gerade hier fehlte eine zusammenfassende Darstellung in beschränktem Umfange, die sowohl für den Studierenden wie für den praktisch tätigen Chemiker und Ingenieur und besonders für den Chemielehrer wertvoll ist. Bei der Ausbildung jüngerer Chemielehrer habe ich oft eine derartige zusammenfassende Behandlung der Auswirkung der physikalischen Chemie auf die technischen Verfahren vermißt.

Zur Einleitung gibt der Verfasser einen kurzen Überblick über die wichtigsten Gesetze der physikalischen Chemie, die in den späteren Kapiteln bei den technischen Anwendungen die Grundlage

sind. Es ist selbstverständlich, daß in einem Buche mäßigen Umfanges nicht alle irgendwie bedeutenden oder überhaupt vorkommenden technischen Anwendungen der Lehren der physikalischen Chemie ihre Darstellung finden können. Um so schwerer ist es aber, hier eine Auswahl zu treffen. An dem vorliegenden Buch ist besonders anzuerkennen, daß mit großem Geschick die technischen Verfahren zur Darstellung gekommen sind, die überaus klare und wertvolle Beispiele der Anwendungen der Theorie sind und die in ihrer Aufeinanderfolge eine innerliche Geschlossenheit in den theoretischen Grundlagen wie in den technischen Anwendungen ergeben. Hier zeigt sich besonders deutlich, daß dieses Buch die Lücke, die oft zwischen den Vorlesungen und Veröffentlichungen über physikalische Chemie und den technologischen Darstellungen bestand, mit gutem Erfolg ausfüllt. Bei einer Neuauflage lassen sich vielleicht einzelne Gebiete, die reichlich kurz weggekommen sind, wie z. B. die Adsorption und die Thermochemie, etwas eingehender behandeln.

Gerade bei der Besprechung des vorliegenden Buches in dieser Zeitschrift möchte ich den besonderen Wert dieser Veröffentlichung für den Chemie- und Physiklehrer aufs nachdrücklichste betonen.

Petzold.

Maßanalyse. Theorie und Praxis der klassischen und elektrochemischen Titrierverfahren. Von G. JANDER und K. FR. JAHR. Sammlung Göschen Bd. 221, 139 Seiten mit 18 Abb. und Bd. 1002, 138 Seiten mit 24 Abb. Berlin u. Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1935. Preis in Leinen geb. je RM 1,62.

Es ist keine einfache Aufgabe, Theorie und Praxis der klassischen und der elektrochemischen Titrationsverfahren in zwei Göschenbändchen so zu behandeln, daß der Benutzer, sei er Student oder Chemiker, damit auch wirklich arbeiten kann. Im ganzen, namentlich aber in bezug auf die klassische Maßanalyse, scheint dem Berichterstatter diese Aufgabe in vorbildlicher Weise gelöst zu sein. Es ist ein Genuß, die klaren, kurzen und dabei eindeutigen Beschreibungen, Anweisungen und Begriffsbestimmungen zu lesen, die man in der Einleitung in die Grundbegriffe wie bei der Beschreibung der praktischen Methoden findet.

Die Oxydations- und Reduktionsanalysen sind an den Anfang gestellt und behandeln in der Manganometrie, in der Jodometrie und Bromometrie unter anderem zahlreiche Beispiele aus der Praxis der metallurgischen und Eisenhüttenlaboratorien, aus der Mörtel- und Zementindustrie und aus der Chemie der Bleichstoffe. — Um die Grundlagen der Neutralisationsanalyse zu verstehen, bedarf es heute eines theoretischen Rüstzeuges von erheblichem Umfange, das in der Einleitung zur Neutralisationsanalyse gebracht wird. Dazu gehören unter anderem Ionenkonzentration und Wasserstoffexponent, Ionenprodukt, Titrationskurven, Neutralpunkt und Äquivalenzpunkt, Stärke der Säuren, Hydrolyse, Umschlagspunkt und Umschlagsintervall und ihre Bedeu-

tung für die richtige Wahl der Indikatoren, Theorie der Indikatoren. — Bei den Fällungsanalysen sei auf die Benutzung von Adsorptionsindikatoren in der Argentometrie aufmerksam gemacht.

Im dritten Teile des Werkes werden die elektrochemischen Methoden beschrieben, die auf der Messung von Leitfähigkeiten oder Spannungen beruhen, welche den Endpunkt einer Titration anzeigen. Durch diese Methoden ist der Bereich der klassischen Titrimethoden auf solche Oxydations- und Reduktionsreaktionen, Fällungs- und Komplexbildungsreaktionen erweitert worden, für deren Beendigung noch kein Indikator gefunden worden ist, oder wo der Endpunkt der Titration durch stark gefärbte oder getrübbte Lösungen verdeckt wird.

Bei der Knappheit der Mittel, die den Schulen heute zur Anschaffung von wissenschaftlicher Literatur zur Verfügung stehen, können die beiden Göschenbändchen von JANDER u. JAHR die Chemielehrer an höheren Schulen zuverlässig über den heutigen Stand von Theorie und Praxis der Maßanalyse unterrichten und den Schulen den Verzicht auf die Anschaffung eines größeren Werkes erträglich machen.

Dm.

Versuche zum Luftschutz. Von H. PETZOLD und R. SCHARF. 67 Seiten mit 36 Abbildungen. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1935. Preis kart. RM 2,—.

Zerstreut in verschiedenen Zeitschriften und in der Luftschutzliteratur finden sich zahlreiche Angaben über Schau- und Schülerversuche zur Veranschaulichung und Erklärung der beim praktischen Luftschutz in Frage kommenden chemischen, physikalischen und biologischen Erscheinungen und Zusammenhänge. Da die beiden Verfasser auf diesem Gebiete schon öffentlich hervorgetreten sind, waren sie besonders berufen, die wichtigsten grundlegenden Versuche in einem Sonderheftchen zusammenzustellen und alle, die in der Schule oder im Rahmen des Reichsluftschutzbundes Versuche dieser Art auszuführen haben, der Mühe des Zusammensuchens zu entheben.

Die Verfasser haben eine sehr geschickte Auswahl getroffen und die Versuche so beschrieben, daß sie zu allermeist mit den einfachsten Hilfsmitteln und, was oft eintreten wird, auch von chemisch nicht wissenschaftlich vorgebildeten Kursleitern ausgeführt werden können. Verschiedene bekannte Versuche haben unter den erfahrenen Händen der Verfasser zweckmäßige Abänderungen und Vereinfachungen erfahren, andere sehr geeignete Versuche rühren von den Verfassern selbst her. Die Versuche werden durch klare Strichzeichnungen erläutert und behandeln die Atmung, die schädlichen Gase und den Gasschutz, die Verwendung von Nebeln als Sichtschutz, die Explosivstoffe und ihre Wirkung, die Brandstiftung und den Brandschutz.

Das Büchlein, dessen Erscheinen einem wirklichen Bedürfnis entgegenkommt, und das in jeder Beziehung einwandfrei ist, kann für die oben genannten Zwecke bestens empfohlen werden.

Dm.

Lehrbuch der Kristallphysik. Von W. VOIGT. (Teubners Lehrbücher der mathematischen Wissenschaften Bd. 34.) 2. Aufl. Nachdruck der ersten Auflage, ergänzt durch eine spätere Arbeit des Verfassers und mit einem Geleitwort von Prof. M. v. LAUE. 8°. XXVI und 978 Seiten. Mit 213 Figuren und einer Tafel. Leipzig: B. G. Teubner 1928. Geb. RM 37,—.

Das vorliegende Buch stellt einen Neudruck des bereits 1910 erschienenen Werkes von W. VOIGT dar, das auf dem Gebiete der Kristallphysik ohne Übertreibung als das Standardwerk bezeichnet werden kann. Man wird sich fragen, warum nur ein Nachdruck und keine Neubearbeitung, wo doch in der Zwischenzeit gerade in der Kristallphysik so manche neue Erkenntnis insbesondere bezüglich der molekularen Struktur der Kristalle gewonnen wurde? Hierzu sagt in einem Begleitwort zum vorliegenden Neudruck M. v. LAUE:

„Aber es erscheint kaum möglich, VOIGTS Buch daraufhin umzuarbeiten. Es ist in seiner konsequenten Durcharbeitung, in den Beziehungen, die von einem Kapitel zum anderen führen, ein Meisterwerk, das man durch Veränderungen im einzelnen nur zerstörte. Will man hier etwas verbessern, so muß man ein ganz neues Buch schreiben. Und wer von den heutigen Physikern versenkte sich wohl mit so viel Liebe in den Gegenstand, wie WOLDEMAR VOIGT es getan? Ohnedem wird aber sicher nichts Gleichwertiges geschaffen.“

Mit diesen Worten ist in der Tat der eigentliche Charakter des Buches skizziert. Über seinen Inhalt sei kurz folgendes gesagt. Die ersten drei Kapitel stellen gewissermaßen die Einleitung zum Hauptinhalt des Buches dar. Sie behandeln die Symmetrieeigenschaften der Kristalle, die physikalischen Funktionen als gerichtete Größen und die allgemeinen physikalischen Hilfssätze aus Mechanik, Thermodynamik, Elektrizität und Magnetismus, so daß der Leser damit das gesamte Rüstzeug erhält, das für das Studium der folgenden Abschnitte benötigt wird.

Die nächsten 5 Kapitel bringen dann: Die Erscheinungen der Pyroelektrizität und des Pyromagnetismus als Wechselbeziehungen zwischen einem Skalar und einem Vektor; Die thermische Dilatation und tensorielle Pyroelektrizität als Wechselbeziehung zwischen einem Skalar und einem Tensortripel; Die Elektrizitäts- und Wärmeleitung; Die elektrische Influenz und Thermo-
elektrizität als Wechselbeziehung zwischen zwei Vektoren; Die Elastizität und innere Reibung als Wechselbeziehung zwischen zwei Tensortripeln und schließlich die Piezoelektrizität und den Piezomagnetismus als Wechselbeziehung zwischen einem Vektor und einem Tensortripel. Alle diese dem Kristall eigentümlichen Eigenschaften werden theoretisch erschöpfend behandelt und mit den Ergebnissen der experimentellen Forschung verglichen. Die Darstellung und der Aufbau des ganzen Buches ist meisterhaft. Gerade dadurch hat das Vorgersche Buch trotz seiner rein phänomenologischen Behandlung des Stoffes und des Fehlens jeder molekulartheoretischen Vorstellung einen

bleibenden Wert. Das hat sich gerade in den letzten Jahren gezeigt, als es gelang, mittels hochfrequenter Wechselströme pyroelektrische Kristalle in elastische Schwingungen zu versetzen und es möglich wurde, mancherlei Versuche und Messungen zu machen, die früher außerhalb des Erreichbaren lagen, für die aber bereits im VOIGTSchen Buch die Grundlagen zu finden sind. So kann das Buch auch heute noch jedem empfohlen werden, der sich mit den Erscheinungen der Kristallphysik beschäftigt. *L. Bergmann.*

Kristallprojektion. Von W. HEINTZE. Mathematisch-physikalische Bibliothek, Reihe I, Bd. 82. 31 Seiten mit 27 Abbildungen. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1934. Preis kart. RM 1,20.

Der Verfasser führt auf dem engen Raum von 31 Kleinoktavseiten ein in die kristallographischen Projektionsverfahren. Er beschreibt unter Verwendung zahlreicher sehr anschaulicher Abbildungen zunächst die in der erdkundlichen Kartenprojektionslehre herkömmlichen Verfahren, nämlich die stereographische, die gnomonische und die orthographische Projektion und erläutert sodann an der Kristallform des Berylls die Anwendung dieser Projektionsarten auf die Kristallprojektion und auf die Entzifferung von Reflex-Laue-Diagrammen. — Für eine erste Einführung leistet das Werkchen gute Dienste; sein Hauptwert besteht jedoch darin, daß es den Leser anregt, durch Benutzung des am Schluß aufgeführten grundlegenden Schrifttums tiefer in das Sachgebiet einzudringen. *Dm.*

Kristallplastizität mit besonderer Berücksichtigung der Metalle. Von E. SCHMID und W. BOAS. Band XVII der Monographiensammlung „Struktur und Eigenschaften der Materie“, herausgegeben von F. HUND und H. MARK. Berlin: Julius Springer 1935. 373 S. mit 222 Abb. Preis geb. RM 33,80.

Der vorliegende neuste Band der Sammlung „Struktur und Eigenschaften der Materie“ enthält eine Darstellung der plastischen Eigenschaften der Kristalle — der Einzelkörner als Bausteine eines Kristallgefüges im besonderen und weiterhin der Plastizität kristallischer Körper (Kristallhaufwerke) überhaupt von E. SCHMID und W. BOAS in Freiburg (Schweiz). Das Buch, dem Vorlesungen an der Technischen Hochschule Charlottenburg des ersten Autors als Unterlage dienten, wendet sich an einen großen Kreis von Lesern: „Dem Physiker soll das experimentelle Material in gesammelter und geordneter Form gemeinsam mit den vorgebrachten Deutungsversuchen vorgelegt und dadurch die Schaffung einer Plastizitätstheorie erleichtert werden. Dem Kristallographen und Mineralogen sollen besonders jene an Metallkristallen angestellten Untersuchungen, die sich mit der Dynamik der Kristallverformung beschäftigen, nahegebracht werden. Dem Geologen bieten sich völlige Analogien zu Erscheinungen seines Arbeitsgebietes in der Ausbildung von Gefügeregelungen (Texturen) im

gegossenen und verformten Metall, so daß die hier versuchten Deutungen auch für ihn Interesse haben dürften. Der mit Metallforschung und -technik Beschäftigte findet in diesem Buch die kristallographischen und physikalischen Grundlagen für das plastische Verhalten seines Werkstoffes; Beispiele erläutern, wie das Verständnis des technischen Vielkristalls vertieft und Nutzen für die Praxis gezogen werden kann. Dem Technologen und Konstrukteur soll der Tatsachenkomplex vor Augen geführt werden, aus dem sich die technologischen Kennziffern seines Baustoffes (Metall) herleiten. So wird die Natur der benutzten Konstanten und vor allem auch die Möglichkeit ihrer Veränderung im Betriebe deutlicher. Nicht zuletzt möchte das Buch allen jenen, die selbst Untersuchungen über die Plastizität kristalliner Stoffe beabsichtigen, bei der Auswahl geeigneter experimenteller Verfahren und Untersuchungsmethoden behilflich sein.“

Das Buch ist in drei Abschnitte eingeteilt. Der erste, allgemeine Teil enthält nach einer kurzen, aber eindringlichen Aufzählung der kristallographischen Grundtatsachen, die erfreulicherweise durch einige einfache kristallographische Aufgaben abgeschlossen wird (Kap. I), und der Grundgesetze der Kristallelastizität (Kap. II), einen Abschnitt über die Herstellung von Kristallen (Kap. III), der bei dem außerordentlichen Nutzen, den die kristallographische Forschung aus der Entwicklung von Züchtungsverfahren gezogen hat, von besonderer Bedeutung ist. Verhältnismäßig ausführlich wird im nächsten Kapitel die Orientierungsbestimmung (mechanische, optische und röntgenographische Verfahren) geschildert. An dieser Stelle wäre dem Physiker wohl ein Hinweis auf die in den letzten Jahren in vielen Fällen mit Erfolg angewendete Methode der Elektronenbeugung (in Reflexion und Durchstrahlung) als Ergänzung zu den röntgenographischen Verfahren erwünscht. Der erste Abschnitt schließt mit einer Darstellung der Geometrie der Kristalldeformationsmechanismen (Kap. V).

Im zweiten, umfangreicheren Teile des Buches werden spezielle Versuchsergebnisse behandelt, zunächst in großer Ausführlichkeit Versuche über die Plastizität und Verformung von Metallkristallen als demjenigen Material, an dem der größte Teil der neueren Kenntnisse erworben wurde (Kap. VI), dann in kürzerer Form die Ergebnisse von Untersuchungen über Ionen (Salz)kristalle (Kap. VII).

Beim Lesen dieser Kapitel, die eine sehr große Menge experimentellen Materials mitteilen, ist das ausführliche Literaturverzeichnis von insgesamt über 700 Nummern von großem Nutzen; es erleichtert durch die kapitelweise Zusammenfassung sehr wesentlich ein Eindringen in Einzelfragen.

Es folgt ein dritter Abschnitt: Deutung des Verhaltens von Einzelkristallen und Kristallhaufwerken. Das erste Kapitel dieses Abschnittes enthält die Theorien der Kristallplastizität und -festigkeit, soweit sie sich aus den Gesetzmäßigkeiten der plastischen Verformung und der Zer-

reißfestigkeit ableiten lassen. Wenn auch die theoretischen Anschauungen über die Eigenschaften der Kristalle noch weit von Einheitlichkeit und Allgemeingültigkeit entfernt sind, so ist es doch in manchen Fällen gelungen, die experimentell gefundenen Gesetzmäßigkeiten auf die Gesetze des Aufbaues fester Körper zurückzuführen — wozu nicht zum wenigsten die Entwicklung der Quantenmechanik in den letzten Jahren beigetragen hat (Kap. VIII). Das Schlußkapitel behandelt die Bedeutung von Eigenschaften der Einzelkristalle für das Verhalten vielkristalliner Werkstoffe (Kap. IX). Es zeigt sich, daß diese Eigenschaften bei der Voraussage und Herstellung des überhaupt bei einem vielkristallinen Werkstoff erreichbaren Verhaltens von ausschlaggebender Bedeutung sind. Die Wichtigkeit dieses technisch interessantesten, wenn auch theoretisch noch sehr unabgeschlossenen Fragenkomplexes mag man daraus erkennen, daß aller Fortschritt technischer Art nicht nur eine Frage theoretischer Vorbildung und Erfindungskraft, sondern in nicht zu unterschätzendem Maß eine Frage des Materials ist — man erinnere sich beispielsweise daran, daß STEPHENSONS „Rocket“ aus nur zwei Metallen (Eisen und etwas Messing) hergestellt wurde, daß aber zum Bau einer modernen Lokomotive über 50 verschiedene Werkstoffe verwendet werden, deren Eigenschaften sorgfältig erforscht und gegeneinander abgewogen werden müssen. Allen, die ein Interesse an diesen Fragen haben, deren Lösung zum Teil allein für die Ermöglichung theoretisch bereits überschaubarer technischer Fortschritte entscheidend ist, sei das Buch, dessen Ausstattung ausgezeichnet ist, wärmstens empfohlen. *Groth.*

Geschichte der physiologischen Chemie. Von FRITZ LIEBEN. X u. 743 Seiten. Leipzig u. Wien: Franz Deuticke 1935. Geh. RM 20,—; geb. RM 23,—.

Nach einer gedrängten Übersicht über „Biochemische Anschauungen und Entdeckungen im wissenschaftlichen Denken vom Altertum bis zum 19. Jahrhundert“ schildert F. LIEBEN in 12 Kapiteln ausführlich die Chemie der Lebensvorgänge: 1. Nahrung und Stoffwechsel. 2. Die Muskeln. 3. Die Gärung. 4. Das Blut. 5. Die Galle. 6. Das Eiweiß und seine Derivate. 7. Die Kohlehydrate. 8. Fette und Lipide. 9. Die Nukleinsäuren. 10. Der Harn nebst anderen Exkreten und Körperflüssigkeiten. 11. Die anorganischen Bestandteile des Organismus. 12. Die Hormone.

Der Verfasser geht in jedem Kapitel auf die ersten erkennbaren Anfänge zurück und verfolgt die Probleme bis in die allerjüngste Zeit, um ihr Werden und Wachsen deutlich zu zeigen. Er hat in beharrlicher Arbeit eine riesenhafte Summe von Tatsachen zusammengetragen, geordnet und kritisch beleuchtet. Er hat mit seiner „Geschichte“ alle Lehrbücher und Handbücher der physiologischen Chemie dankenswert ergänzt. Auf diesem Gebiete der Chemie herrscht zur Zeit eine so lebhafte Tätigkeit, daß fast jeder Tag Neues bringt

und dadurch gesichert erscheinende Ansichten zuweilen stark verändert. Viele der neuen Gedanken waren jedoch als Keime längst ausgestreut; so betont F. LIEBEN z. B., daß bereits LIEBIG die Rolle des Eisens im Blutfarbstoff mit seiner wechselnden Wertigkeit als Überträger des Sauerstoffs klar erkannt hatte.

Nicht immer war die Teilnahme an chemischen Fragen der Physiologie so allgemein wie heute; selten war der Fortschritt so stürmisch und erfolgreich wie jetzt auf dem vor 30 Jahren noch gar nicht beachteten Felde der Vitamine. Bis zum Eingreifen LIEBIGS kümmerten sich die Physiologen wenig oder gar nicht um die Chemie. LIEBIG beklagte sich bitter über das mangelnde Verständnis und die fehlende Mitarbeit der zünftigen Physiologen. Durch die Spärlichkeit und Verborgenheit brauchbarer älterer Arbeiten und durch die Überfülle der neuzeitlichen ist die Erkennbarkeit der Zusammenhänge nicht leicht. F. LIEBEN hat diese Schwierigkeit beseitigt: seine Geschichte der Physiologie wirkt erhellend wie ein Scheinwerfer.

Zahlreiche Anmerkungen unterrichten über bedeutende Forscher und ihre Arbeiten. Die zugehörigen Belege und die Hinweise auf das einschlägige Schrifttum sind ausreichend und gut. Das gilt aber nur für die letzten 100 Jahre. Bei Vorläufern begnügt sich der Verfasser mit den Angaben älterer Geschichtsforscher. Man kann den Grund für den bedauerlichen Verzicht einem Stoßseufzer entnehmen, der auf eine wörtlich angeführte Stelle aus einer Abhandlung LAVOISIERS folgt: „Aber wann findet heute der im Ozean der anschwellenden Literatur versinkende Forscher Zeit, LAVOISIER zu lesen?“ (S. 104). Der Verfasser entschuldigt sich hier wegen seiner Ausführlichkeit. Aber der Zeitmangel des überlasteten Berufsmenschen fordert genaue Quellenangaben für den nicht seltenen Fall, daß ein Unbelesener sich mit einer Einzelfrage geschichtlich beschäftigen will oder muß. Gerade weil seine Zeit beschränkt ist, erwartet er von einem Geschichtswerk, daß es so viele Quellen wie möglich erschließt, denn diese lassen sich nicht so nebenher müheelos aufspüren und auf Lauterkeit prüfen.

Sprachlich ist das vorliegende Geschichtswerk kein Genuß. Mit holperigen Schachtelsätzen und mit umständlichem, zuweilen fehlerhaftem Satzbau wird die Liebe der Chemiker für die Geschichte ihrer Wissenschaft nicht zu gewinnen sein.

Unter den vielen Eigennamen sind einige falsch geschrieben. Man erschrickt, wenn man schon auf der ersten Seite des Vorworts SPÄGLER liest statt SPENGLER. HUMPHREY DAVY ist durch HUMPHRY D. zu ersetzen, BOERHAVE durch BOERHAAVE. R. Winderlich, Oldenburg i. O.

Biologie der Fortpflanzung im Tierreiche. 22. Band der Sammlung „Verständliche Wissenschaft“. Von Prof. Dr. ULRICH GERHARDT, Halle. 1. bis 5. Tausend. Mit 47 Abbildungen, X und 149 Seiten. Berlin: Julius Springer 1934. Preis geb. RM 4,80.

Dieses Bändchen ist als 22. Band der „Verständlichen Wissenschaft“ erschienen, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, dem gebildeten Laien einzelne Fachgebiete in abgerundeter Form zur Kenntnis zu bringen. Hier wird ein auch gerade für Nichtfachleute hochinteressantes Gebiet behandelt. Wie überall in der Biologie, so steht auch für den Leser dieser Schrift die Forderung an erster Stelle, seine Beobachtungsgabe am lebenden Tiere zu schärfen. Man erhält dazu vielfache Anregungen, zumal der Verfasser solche Beispiele in den Vordergrund stellt, die der heimischen Tierwelt entnommen worden sind.

Während heute die inneren Vorgänge der Befruchtung in den Keimzellen, die natürlich nur mit Hilfe des Mikroskopes erforscht werden konnten, infolge ihrer Wichtigkeit für die Vererbung weiten Kreisen zum Verständnis gebracht werden, unternimmt es der Verfasser, die Aufmerksamkeit auf die Ergebnisse zu lenken, die sich mit den äußerlich wahrnehmbaren Erscheinungen der Fortpflanzung beschäftigen und mit bloßem Auge dem Menschen als tägliche Erfahrung nahegebracht werden.

Von grundlegenden Betrachtungen über geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung, über Geschlechtertrennung und Zwittertum ausgehend, werden die Begattungsmöglichkeiten in ihrer Mannigfaltigkeit beschrieben. Es folgen dann Kapitel über die Bedeutung der Sinne und der Werkzeuge für das Zusammenfinden der Geschlechter, über innere und äußere Brutpflege, Jungfräuliche Zeugung, Larvenzeugung, Frühzeugung und schließlich die ungeschlechtliche Fortpflanzung beschließen die Darlegungen dieses Büchleins. Alle diese Kapitel, die noch reich unterteilt sind, zeichnen sich durch zahlreiche Beispiele in anschaulicher Darstellung aus.

Wer den Wundern der belebten Natur nicht teilnahmslos gegenübersteht, der wird durch die tägliche Beobachtung immer wieder auf die Erscheinungen aufmerksam gemacht, die der Erschaffung und Erhaltung neuen Lebens dienen. Durch das Buch von GERHARDT erhält jeder, vor allem auch der Nichtbiologe, dazu Anregung, die beschriebenen Beispiele in der Natur „nachzukontrollieren“ und wird dadurch auf den Pfad fruchtbarer Tierbeobachtung geleitet, zur Freude nicht nur des Verfassers, der dies als sinnvolle Aufgabe seines Büchleins hinstellt, sondern auch derer, die das anregend geschriebene Bändchen studieren.

Dr. Rudolf Lips.

Für die Redaktion verantwortlich: Ministerialrat Professor Dr. K. Metzner, Berlin W 8.
Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.
Verlag von Julius Springer in Berlin W. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz A.G., Würzburg.

