

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021 | LOG_0119

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

22. März 1906.

Nr. 12.

Studien in den Thermengebieten Islands.

Von Dr. Walther von Knebel.

(Originalmitteilung.)

Bis vor wenigen Jahren herrschte allgemein die Ansicht, daß das Wasser der heißen Quellen von der Oberfläche der Erde entstamme, von da auf Spalten in große Tiefen herabdringe, um dort erwärmt an anderen Stellen als Thermen wieder hervorsprudeln. Bei kochenden Quellen müßte man also annehmen, daß das Wasser etwa 3000 m in die Tiefe hinabgedrungen sei.

Gegen diese Theorie hat sich Ed. Suess¹⁾ gewendet. Suess meint, daß das Thermenwasser nicht der Erdoberfläche entstamme. Das beweise einmal der Gehalt an gelösten Mineralsubstanzen, welcher oftmals nicht mit dem Nachbargestein in Einklang zu bringen sei; ferner zeige dies der mit den Niederschlagsmengen nicht periodisch wechselnde Wasserandrang der Quellen.

Zu diesen beiden Argumenten kommt noch ein weiteres hinzu: Würden die atmosphärischen Wasser in große Tiefen hinabdringen, um dann wiederum in den Thermen zutage zu treten, so müßten die vom Gebirgsdruck stark gepreßten und zerrütteten Gebirge dem Wasser am leichtesten den Zutritt in große Tiefen gestatten und somit am thermenreichsten sein. Dem ist indessen nicht so; nicht in den besonders zerklüfteten Gebieten, sondern vorwiegend in jenen Gegenden kann man die heißen Quellen beobachten, wo ein Zusammenhang mit vulkanischen Gebilden vorhanden ist.

Der Vulkanismus kann nun in zweierlei Weise thermenbildend wirken: Entweder dadurch, daß Grundwasser in den Bereich noch nicht erkalteter vulkanischer Gesteinsmassen tritt, oder aber indem durch das glühende Magma in der Tiefe die Gase ausgehaucht werden, welche sich zu dem Wasser der heißen Quellen verdichten.

Die erste dieser beiden Möglichkeiten ist wohl die zunächst liegende; wir müssen sie indessen in der Allgemeinheit entschieden verwerfen, da, wie bekannt, die chemische Beschaffenheit der Thermen vom Grundwasser oftmals völlig abweicht.

Die zweite Möglichkeit wird von Suess zur Erklärung des Thermenphänomens herangezogen. Diese Auffassung findet ja auch darin ihre Stütze, daß bei allen Vulkanausbrüchen Wasser frei wird und die Regenschauer hervorruft, die eine Eruption begleiten. Auf solches in den Feuerherden des Erdinnern aus den gasförmigen Grundelementen sich bildendes „jugendliches“, „juveniles“²⁾ Wasser führt somit Herr Suess die Thermen im allgemeinen zurück. Sie sind charakterisiert 1. durch die Unabhängigkeit ihrer Mengen von den Niederschlagsperioden und 2. durch die Konstanz ihrer Temperatur.

Die geologischen Verhältnisse der Thermengebiete sind in unseren dicht bevölkerten und intensiv bewirt-

¹⁾ Ed. Suess: Über heiße Quellen. (Naturw. Rdsch. 1902, S. 585—588, 597—600, 609—611.)

²⁾ Im Gegensatz zum juvenilen Wasser wird das an der Oberfläche der Erde oder in der Infiltrationszone befindliche, am Kreislauf des Wassers teilhabende Wasser als „vadoses“ bezeichnet.

schafteten Gebieten schwer zu erkennen. Klarer liegen sie beispielsweise in den wüsten Landstrichen auf der Insel Island, wo im Gefolge der intensiven vulkanischen Tätigkeit reichlich Thermen auftreten, und wo zuweilen nicht ein Grashalm, nicht die Spur einer Bodenkrume den geologischen Untergrund verbirgt. Während meiner geologischen Untersuchungen auf Island habe ich wiederholt Gelegenheit gehabt, Studien an den Thermen zu machen; diese Beobachtungen haben in mancher Hinsicht noch unerwartete Ergebnisse gezeitigt, die ich im folgenden darlegen will.

Wir beginnen unsere Betrachtung mit den bekannten Geysirn Islands. Die größte der Springquellen, der sogenannte „Große Geysir“, besteht aus einem senkrechten, 30 m tiefen Naturschacht von 2,5 m im Durchmesser, welcher oben in ein flaches Becken einmündet. Siedendes Wasser erfüllt das ganze Rohr, sowie das Becken und gelangt an den Rändern des letzteren zum Überfließen. Der Wasserandrang aus der Tiefe ist im allgemeinen ein geringer. Nur von Zeit zu Zeit finden Ausbrüche statt, bei denen eine Fontäne siedenden Wassers von 2 bis 3 m Dicke bis zu einer Höhe von 60 m und darüber emporgeschleudert wird. Nach einem solchen Ausbruch ist fast der ganze Quellschacht des Geysirs ohne Wasser, und man kann beobachten, wie das Wasser allmählich emporsteigt, bis es nach einigen Stunden das Becken wiederum erfüllt hat und schließlich wieder an dessen Rändern abläuft. Nach Verlauf einer gewissen Zeit ereignet sich ein neuer Ausbruch in der angegebenen Weise. Die Wässer der verschiedenen Thermen des Geysirgebietes vereinigen sich zu einem kleinen ständig fließenden Bach.

Diese Ausbrüche sind, wenigstens am großen Geysir, völlig unberechenbar. (An vielen anderen, z. B. jenen des Yellowstone-Nationalpark, sind die Intervalle zwischen den einzelnen Eruptionen regelmäßige, so daß man mit Suess von einem „Pulsieren“ der Quellen reden kann.) Unabhängig von Jahreszeit und Stunde finden hier in regelloser Aufeinanderfolge die Ausbrüche statt. Sie können daher nicht als eine Folge des hydrostatischen Druckes aufgefaßt werden, da dieser sich doch ständig in gleicher Weise äußern müßte.

Auch die auf die bisherigen Berichte über die Geysir Islands gestützte Angabe von Suess: „Die in Menge und oft unter Pulsationen hervortretenden heißen Wässer von Island können nichts anderes sein als die Folge der Entgasung und Abkühlung einer nicht allzu tief unter der Oberfläche liegenden Lavamasse, Emanationen, welche zu schwach sind, um eine Eruption zu veranlassen, oder Vorbereitungen eines neuen Ausbruches“, können wir bezüglich des großen Geysirs nicht gelten lassen, da unzweideutig ein Rückgang in dessen Tätigkeit zu konstatieren ist. Dies würde nicht der Fall sein, wenn die Eruptionen der Geysire Vorbereitungen eines vulkanischen Ausbruches wären; denn dann würde im Gegenteil eine Zunahme der Tätigkeit eintreten. Auch für die Anwesenheit heißen Gesteins nahe der Oberfläche haben die geologischen Verhältnisse keine Anhaltspunkte geliefert: Der Geysir liegt am Nordrande eines großen Tieflandes, welches den Süden Islands bildet und von vielen und

wasserreichen Flüssen durchströmt wird. Nördlich und westlich vom Geysir erhebt sich ein viele Kilometer breites Gebirgsplateau, bestehend aus alten vulkanischen Tuffen, jenseits dessen einige jüngere Laven auftreten. Im Süden und Osten breitet sich eine weite, sumpfige Ebene aus, welche in der Ferne von niedrigen Höhenzügen abgegrenzt wird. Jenseits derselben ist die Spitze der 45 km entfernten Hekla zu erblicken. Nirgends in der Nähe sind Spuren jüngerer vulkanischer Tätigkeit vorhanden, als deren Folge das Geysirphänomen hier selbst aufzutreten könnte.

Die Thermen des Geysirgebietes befinden sich nahe an den Gehängen eines kleinen Berges, welcher den Namen Laugafjall (Thermenberg) führt. Er besteht aus liparitischen Gestein, einer großen, gangförmig gelagerten Masse, welche die größtenteils altvulkanische (tertiäre) Umgebung überragt. Mit diesem Gestein hatte man bisher stets die heißen Quellen in Beziehung gebracht; mir ist es aber gelungen nachzuweisen, daß dieser Liparitberg an den verschiedensten Stellen Gletscherschliffe aufweist, daß er somit schon zur Zeit der letzten Vereisung Islands in gleicher Weise wie heute als älteres vulkanisches Massiv dagestanden hat.

Fehlen somit die Belege für die Anwesenheit jungvulkanischer Vorgänge in der Umgebung der Thermen, so ist andererseits von Bedeutung, daß die Thermen des Geysirgebietes in einem reichlich Grundwasser führenden Terrain gelegen sind; ja mehr noch als das: ihre ganze Umgebung ist versumpft. Wohl befinden sich die Austrittspunkte der höher gelegenen Quellen, wie es scheint, etwas höher als der Grundwasserspiegel; aber die Quellschächte reichen stets tief in das Grundwasser hinein.

Lehrreich ist das Verhalten des Geysir bei Erderschütterungen. Während die Erdbeben vom letzten Drittel des 18. Jahrhunderts die Anzahl der Eruptionen erhöht haben, ging im Verlaufe des 19. Jahrhunderts die Tätigkeit immer mehr zurück. Im Jahre 1896 aber fand ein gewaltiges Erdbeben statt, unter welchem 10000 km² des Südlandes heftig erschüttert wurden. Durch dieses Beben wurde die eruptive Tätigkeit des Geysir wieder verjüngt; doch ist sie gegenwärtig wieder stark zurückgegangen, und es gehen jetzt 3, 4, 5, ja 8 Tage vorüber, bevor eine neue Eruption eintritt, während er unmittelbar nach dem Erdbeben nahezu täglich „sprang“.

Das hier Gesagte gilt auch von den anderen Thermen dieses Gebietes. So wird durch Bischof Finsen berichtet, daß nach den Erschütterungen von 1784 nicht weniger als 35 neue Thermen entstanden wären. Ähnliches wurde auch von den Thermen von Reykir südlich von Thingvallavatn nach verschiedenen Erdbeben (1597, 1826 usw.) beobachtet.

Diese letztgenannten Thermen sind in mancher Beziehung jenen des Geysirgebietes ähnlich. Sie liegen in einem Gebiet, in dessen unmittelbarer Nähe keine jungen vulkanischen Ausbrüche stattgefunden haben, wenn wir von Lavaströmen absehen, welche, von entfernteren Punkten kommend, sich bis in ihre Nähe ergossen haben. Sie sind sehr wasserreich und befinden sich in einem reichlich Grundwasser führenden Gestein (vulkanischem Tuff). Sie sind endlich, wie es Verfasser gelungen ist nachzuweisen, um einen alten Eruptivstock gelagert, welcher — vollkommen analog jenem des Laugafjall am Geysir — die alten vulkanischen Tuffmassen durchsetzt. Also auch hier sind die Thermen an ziemlich alte vulkanische Vorgänge gebunden, und zwar befinden sie sich auch hier in nächster Nähe eines alten Eruptivstockes.

* * *

Wir wenden uns nun zwei anderen Quellbezirken zu. Am Westrande des Laugarvatn (Thermensee), zwischen dem Thingvallavatn und dem Geysir gelegen, treten aus einer Reihe von kreisrunden Kieselsinterbecken in ziemlich gleichmäßigem Rhythmus alle 2 bis 3 Minuten aufsprudelnd siedende Quellen zutage. Die ganze Um-

gebung ist stark versumpft, und die Quellen selbst sind noch ganz im Bereich des Grundwassers. Letzteres hat sich in der Nähe zu einem größeren See, dem Langavatn, angesammelt, dessen Wasser eine flache Mulde anfüllt und infolge des Zuflusses der heißen Quellwässer mäßig erwärmt ist. Die Sinterbecken, aus welchen die Thermen hervorsprudeln, sind vom Grundwasser völlig überflutet, so daß man hier die eigenartige Beobachtung machen kann, wie das aus der Tiefe aufbrodelnde, kochende Wasser gleichsam mit dem gewaltig andrängenden Grundwasser kämpft. Man wird hier unbedingt den Eindruck erhalten, daß es sich um ertrunkene Geysire handelt. In unmittelbarer Nähe der Thermen des Laugarvatn sind ebenfalls keine Spuren junger vulkanischer Tätigkeit vorhanden. In dem Tuffgebirge, an dessen Rande die heißen Quellen hervortreten, befinden sich nur einige wahrscheinlich alte Gänge basaltischen Gesteines.

Vom Laugarvatn 24 km halbsüdwärts nach Osten gelangt man über eine weite sumpfige Niederung hinweg nach der Farm Gröf. Auch hier befinden sich zahlreiche heiße, wenn auch nicht siedende Quellen. Sie sind, wie man deutlich wahrnehmen kann, ungefähr längs einer geraden Linie angeordnet, welche auf eine geradlinig verlaufende Spalte schließen läßt. Ein kleiner Bach kreuzt zu wiederholten Malen die ziemlich wasserreiche Thermenzone. Die Farm ist auf einer aus älteren vulkanischen Tuffen gebildeten Anhöhe gelegen, die von den Thermalquellen geschnitten wird. Da, wo vom Bach der Durchschnitt der Thermenspalte durch die vulkanischen Tuffe aufgeschlossen ist — die Stelle befindet sich westlich von der Farm — kann man die Wahrnehmung machen, daß hier das ganze Tuffgebirge äußerst reich an Grundwasser ist, welches überall am Gehänge hervorrieselt. Wenige Meter neben diesen naturgemäß kalten Quellen entspringt in gleicher Höhenlage mit diesen heißes Wasser. Auch hier bei Gröf haben wir den Fall, wie bei allen bisher genannten Gebieten heißer Quellen: **Sie entspringen im Grundwasser, wo also auch ohnedies Quellen auftreten würden.**

* * *

Alle bisher in den Kreis unserer Betrachtungen gezogenen Gebiete befanden sich, wie wir stets hervorheben konnten, nicht in unmittelbarer Nähe junger vulkanischer Eruptionszentren, aber wir müssen doch zugeben, daß das gesamte in Rede stehende Gebiet immerhin noch als ein jungvulkanisches anzusehen ist, wenn auch in unmittelbarer Nachbarschaft der Thermen keine Ausbrüche stattgefunden haben.

Nun wollen wir uns aber einem Thermengebiet zuwenden, das weitab von allen jüngeren vulkanischen Bezirken gelegen ist. Unfern des Skagafjord im Norden Islands steigen die heißen Wässer von Reykir im Skagafjordarsysla empor. Das gesamte Basaltgebirge Islands ist ungemein wasserreich. Viele Tausende von Bächen und Wasserfällen stürzen allerorts aus den steilen Felswänden dieser Gebirgsart. Namentlich wasserreich sind aber die Spalten, wie dies ja überall der Fall ist.

Analoge Verhältnisse, wie die geschilderten bei Reykir im Nordland, haben wir auch in anderen Gebieten der Insel. Der Verfasser möchte sich hier auf ein Gebiet berufen, welches er zwar nicht selbst aus eigener Anschauung kennt, das aber, nach den gründlichen Beschreibungen Keilhacks zu urteilen, durchaus analoge Verhältnisse aufzuweisen scheint. Es ist dies das große Thermengebiet nordöstlich vom Borgarfjord, dem nördlicheren der beiden Küsteneinschnitte der Faxabucht. Auch hier ist nach Keilhack das ganze Gebiet in Spalten zerlegt, auf welchen die Thermalquellen aufsitzen.

Die beiden zuletzt genannten Gebiete sind seit tertiärer Zeit überhaupt völlig frei von vulkanischen Erscheinungen geblieben. Von allen den zuerst genannten Quellgebieten, zu welchen die hauptsächlichsten der Insel gehören, haben wir aber gleichfalls betonen müssen, daß

sie, obwohl in einem jungvulkanischen Teile der Insel gelegen, doch ziemlich entfernt von allen Spuren junger vulkanischer Vorgänge auftreten. Aber auch hier können wir jedenfalls mit Bestimmtheit sagen, daß eine Verbindung zwischen den Thermen Islands und den Eruptionen, wie sie beispielsweise von Suess angenommen wurde, nicht wahrzunehmen ist. Gleichwohl aber erachten wir es als ganz außer Zweifel, daß die Thermen ein Erzeugnis des Vulkanismus überhaupt seien; nur treten sie im Gefolge einer sehr alten vulkanischen Tätigkeit auf.

Die bisher besprochenen heißen Quellen befinden sich allesamt noch im Niveau des Grundwassers. Oft geht der Grundwasserspiegel bis über die Quellöffnung (z. B. am Laugarvatn) in manchen Fällen nur bis an den Quellschacht (z. B. am Geysir) — allemal aber kann das Grundwasser Zutritt zu den heißen Quellströmungen haben.

Für das Studium der Thermen selbst ist der Zutritt des Grundwassers naturgemäß ein höchst lästiges Hindernis. Glücklicherweise aber hatte der Verf. auch in solchen Gegenden Beobachtungen anstellen können, in denen nur wenig Grundwasser auftritt. So an dem nur sehr selten besuchten Kap Reykjanes, dem äußersten Ende der südwestlichen Halbinsel. Dort befindet sich ein großes Solfatarenfeld, eines der bedeutendsten auf der ganzen Insel, in dessen Umgebung zahlreiche noch ziemlich junge Deckenlavaergüsse¹⁾ vorhanden sind, unter welchen inselartig die Unterlage, ein altes vulkanisches Tuffgestein, zutage tritt. Letzteres führt nur sehr wenig Grundwasser, da die geringen Niederschlagsmengen an der Oberfläche des Tuffes unter der ihn größtenteils verhüllenden klüftigen Lava dem nahen Meere zufließen.

Diese geologisch älteren vulkanischen Tuffe werden von heißen Dämpfen durchbrochen, welche das Gebiet in eines der schauervollsten Solfatarenfelder verwandelt haben²⁾. Aus der Tiefe steigen schwefelige Dämpfe auf, als deren Produkt sich gelber Schwefel niederschlägt und Gips, zweifellos juveniler Entstehung. Die vielen Hunderte von Dampfsäulen, welche aus zahllosen Öffnungen des Bodens ausströmen, bestehen zum größten Teil aus Wasser.

Wir stehen nicht an, das Wasser, das jene Solfataren zutage fördern, als juveniles zu betrachten. Von eben diesem Wasser werden einige Pfuhle gebildet, in welchen das zu einem graugelben Schlamm zerkochte mit Schwefel vermengte Gestein widerliche Dämpfe ausstoßend brodeln. Aber die Menge des juvenilen Wassers ist so gering, daß auch nicht ein einziger, noch so kleiner Wasserlauf gebildet wird, sondern alles Wasser noch innerhalb des Solfatarenbezirkes verdunstet.

Dem Verf. sind aus eigener Anschauung noch drei weitere der bedeutendsten Solfatarengebiete des Landes bekannt: die Solfataren von Krisuvik, von Reykjahlid und von Theistareykir.

Die Solfataren von Krisuvik (im Südlände etwa 30 km weiter östlich vom Solfatarenfeld von Reykjanes gelegen) befinden sich in einem vulkanischen Tuffgestein, das jenem von Reykjanes völlig gleicht. Die Tuffe von Krisuvik bilden einen etwa 200 bis 300 m hohen Bergzug, den Sveifluháls, an dessen Basis, sowie an den Flanken (an einigen Stellen sogar auch auf der Höhe) die Solfataren-dämpfe aufsteigen. Auch hier bildet sich nur wenig Wasser, aber doch hinreichend, um einen, allerdings winzigen Wasserlauf zu speisen. Hier wie bei Reykjanes ist der Boden so heiß, daß der weitaus größte Teil der ausgehauchten Wassermassen als Dämpfe sich verflüchtigt.

¹⁾ Die Laven stammen zum Teil wohl aus den ersten Jahrhunderten der Besiedelung Islands durch die Normannen, zum Teil sind sie auch älter, alle aber sind postdiluvial.

²⁾ Eine Abbildung dieser Solfatarenfelder habe ich in meinen „Studien auf Island im Sommer 1905“ veröffentlicht; vgl. Globus 1905, S. 313.

Genau die gleichen Verhältnisse herrschen in den beiden anderen der genannten Gebiete. Bei Reykjahlid am Myvatn im Nordosten Islands und bei Theistareykir 25 km nördlich davon entsteigen ebenfalls den ziemlich alten vulkanischen Tuffen die genau wie bei Krisuvik reichlich Schwefel absetzenden Solfatarendämpfe. Wasser wird an beiden Orten juvenil gebildet, aber auch da in so geringer Menge, daß es nirgends zu einem eigentlichen Wasserlauf kommt. Das meiste Wasser geht dampfförmig in die Atmosphäre über.

* * *

Vergleichen wir die zuletzt beschriebenen Solfataren mit den heißen Quellen, die wir zuerst kennen gelernt haben, so haben wir zweierlei nachgewiesen, nämlich 1. daß sie nicht in unmittelbarer Nähe jüngerer Eruptionenpunkte sich befinden; 2. daß sie innerhalb des Bereiches des Grundwassers gelegen sind.

Wollten wir das Wasser dieser Thermen als juveniles ansehen, so müßten wir zu dem Ergebnis kommen, daß in diesen Gebieten ganz ungeheure Mengen Wassers infolge der Entgasung des Magmas der Tiefe sich bilden im Vergleich zu den Solfataren bei Reykjanes, Krisuvik, Reykjahlid, Theistareykir. Eine um so vieles stärkere Zufuhr von juvenilem Wasser aus der Tiefe wäre unseres Erachtens wohl nur dann denkbar, wenn es sich entweder um außergewöhnliche große, oder aber um ganz junge, d. h. mit sehr jugendlichen Eruptionen verknüpfte Aushauchungen von Wasser handeln würde. Das erstere trifft nicht zu; und bezüglich der zweiten Möglichkeit haben wir bereits gesehen, daß alle diese genannten hauptsächlichlichen Thermengebiete ziemlich fern von jungen vulkanischen Eruptionenstellen gelegen sind. Wir glauben demnach nicht an eine besonders starke Zufuhr juveniler Wasser aus der Tiefe.

Wenn nun dennoch diese Thermen so wasserreich sind, so bleibt nur noch die eine Möglichkeit, daß bei ihnen Grundwasser zum mindesten beteiligt ist. Wir haben ja auch von allen diesen Thermen darlegen können, daß sie sich im Grundwasser befinden.

Denken wir uns den Fall, daß das Grundwasser in den Bereich des von uns geschilderten heißen Solfataren-areales eindringen würde, so müßte der schon in der Tiefe von wenigen Metern unter der Oberfläche mehrere hundert Grad heiße Boden das gesamte Grundwasser in Thermalwasser verwandeln. An Stelle des heutigen Solfatarenfeldes würde alsdann ein Thermengebiet vorhanden sein, gleich jenem, wie es am Geysir ist. Schon vor genau 50 Jahren hatte Bunsen bei seinen Studien an den Geysirn Islands vermutet, daß das Thermengebiet des Geysir sich aus einem Solfatarengebiet gebildet habe. Spuren einer Solfatarentätigkeit finden sich auch noch heute sehr deutlich am Laugafell. Demnach wären also die Thermen des Geysirgebietes nichts anderes als ertrunkene Solfataren, und zwar in der eben angedeuteten Weise entstanden.

Die Umstand, daß ein Solfatarenfeld, in dessen Bereich das Grundwasser getreten ist, sich in einen Geysir verwandelt, ist im Laufe der Solfatarentätigkeit von Reykjanes schon einmal eingetreten. Ich habe nämlich in jenem Gebiete über den bunten Solfatarenprodukten die Reste ausgedehnter Flächen von alten Sinterdecken aufgefunden. Nach den für mich im geologischen Institut in Berlin freundlichst ausgeführten Untersuchungen des Herrn Dr. Stremme bestehen diese aus reiner Kieselsäure, gleich jenen, die an den so wasserreichen Thermen des Geysirgebietes oder des Laugarvatn sich gebildet haben. Den typischen Solfataren aber sind jene Bildungen fremd. Und gegenwärtig, nachdem das Grundwasser sich zurückgezogen und die reine Solfatarentätigkeit wieder Oberhand gewonnen hat, wird auch nirgends mehr jener charakteristische Kieselsinter herabgesetzt. Die Solfataren von Reykjanes waren also — zum

mindesten teilweise — vorübergehend in Thermen übergegangen, um dann wiederum den Charakter der reinen Solfataren anzunehmen.

* * *

Wir möchten nun aus den verschiedenen mitgeteilten Beobachtungen das **Resümee** zusammenstellen:

Studien in den verschiedensten Thermen-gebieten Islands haben gelehrt, daß die juvenil gebildete Wassermenge, welche in vulkanischen Gebieten infolge der langsamen Entgasung glutflüssigen Magmas der Erde entströmt, doch nur eine sehr geringe ist. Durch Erdbeben kann die juvenile Zufuhr vorübergehend vergrößert werden, ohne aber daß dadurch eine wesentliche Änderung entstünde. Aber nur dann, wenn in den Bereich der überhitzten Dämpfe und des heißen Erdbodens, den diese durchströmen, Grundwasser einzutreten imstande ist, nur dann scheinen sich jene großen Thermen-gebiete bilden zu können.

Durch genau die gleichen vulkanischen Vorgänge entstehen, nach dem Gesagten, in einem grundwasserfreien Gebiete Solfataren, in einem grundwasserreichen Gebiete aber Thermen. Die Thermen können wir somit als im Grundwasser ertrunkene Solfataren, die Solfataren aber als trockene Thermen auffassen.

Das Wasser der Thermen Islands besteht demnach größtenteils aus Grundwasser; es enthält aber stets juvenile Beimengungen.

* * *

Ich habe durch diese kurze Darlegung meiner Studien in den Thermengebieten Islands den Versuch gewagt, die Aufmerksamkeit auf ein wichtiges geologisches Problem zu lenken, das immer noch erneuter Beobachtungen dringend bedarf, zumal die Bedeutung dieses Problems ja auch, vom praktischen Standpunkte aus eine nicht zu unterschätzende sein dürfte. Bestehen nämlich die Thermen größtenteils aus Grundwasser, so ist beim Bau aller Anlagen in der Nachbarschaft der Quellregionen die höchste Vorsicht geboten, da jede Verunreinigung in höchstem Maße verhängnisvoll werden könnte. Anders aber wäre es, wenn die Wasser jener Quellen durchaus juvenile wären; dann würden Verunreinigungen der Quellen nicht zu befürchten sein.

Unseres Erachtens ist es also durchaus erforderlich, die Thermen in jeder Weise vor Andrang schlechter Grundwasser zu schützen. Indessen wird die Gefahr der Verunreinigung der Thermen durch einen anderen Umstand verringert. Die Thermalwasser enthalten nämlich fast stets Substanzen gelöst, welche einen Quellsinter abzusetzen vermögen. Dieser Sinter — in den meisten Fällen ist es Kieselsäure — kleidet die Wandungen der Quellströmungen in der Art aus, daß diese auf natürliche Weise gegen das Grundwasser abgedichtet sind.

Man darf indessen dieser Abdichtung keine allzu große Bedeutung beimessen. Wäre diese als eine vollständige erwiesen, so würden ja unsere gesamten Ausführungen überhaupt belanglos sein. Denn dann könnten die Thermen nur noch juveniles Wasser enthalten. Wir müssen also prüfen, ob die Abdichtung der Quellströme vom Grundwasser wirklich eine vollständige ist, bzw. sein kann.

Eine derartige Abdichtung des Thermalwassers gegen das Grundwasser erfolgt, wie wir sehen werden, aber nur in den oberen Teilen der Quellströmungen. Denn die winzigen Spuren gelöster Salze werden bis nahe an die Oberfläche getragen — wenigstens gilt dies bei den kochenden Thermen, zu welchen beispielsweise die Geysir Islands gehören. Bei diesen ist nämlich die Temperatur eine derartige hohe, daß sie in allen Zonen der-

jenigen gleichkommt, bei welcher das Wasser unter den obwaltenden Druckverhältnissen siedet. Die Geysirwasser besitzen also immer die höchst mögliche Temperatur, die flüssiges Wasser bei dem betreffenden Druck annehmen vermag¹⁾.

Das Wasser kann bei diesen hohen Temperaturen sehr wohl den gelösten Mineralgehalt bis an die Oberfläche tragen, um ihn erst dort bei der Abkühlung als Sinter niederschlagen. Nun begegnet das heiße Thermalwasser bei seinem Wege durch die einzelnen Quellschächte ja allerdings kaltem Grundwasser, durch welches eine zur Bildung von Quellsinter hinlängliche Abkühlung hervorgerufen werden könnte. Aber nach unserer Auffassung tritt dies nur bei sehr gealterten Thermen ein. In den großen, jüngeren Thermengebieten ist die Wärmemenge, welche teils durch die hohe Temperatur des Magmas, teils durch die chemische Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu juvenilem Wasser in der Tiefe produziert wird, ausreichend, um das gesamte Grundwasser so weit zu heizen, daß dieses nicht mehr durch Abkühlung die juvenilen Sintermassen zur Ausscheidung bringt.

Nur nahe der Oberfläche wird eine Abdichtung des Thermalwassers gegen das Grundwasser erfolgen können. Man kann nämlich das Grundwasser fast überall in zwei Zonen teilen, eine untere in ziemlicher Stagnation befindliche und eine obere strömende. Beide Zonen sind zwar in Berührung mit einander, aber es findet ein sehr allmählicher Austausch zwischen ihnen statt. Jedenfalls ist aber anzunehmen, daß in so großen Thermengebieten, wie jenen Islands, die Wärmezufuhr aus der Tiefe groß genug ist, die Wärmeabgabe des stagnierenden Grundwassers an das fließende zu ersetzen. In der oberen strömenden Zone des Grundwassers hingegen kommt ständig neues kaltes Grundwasser mit den heißen Quellströmungen in Berührung; es können daher beträchtliche Mengen Quellsinter infolge der Abkühlung sich an den Wandungen der Quellschächte niederschlagen, welche eine gewisse Abdichtung gegen das Grundwasser bewirken. Diese Abdichtung muß aber, nach dem zuvor Gesagten, nach der Tiefe zu abnehmen und wird namentlich in den tieferen Zonen des stagnierenden Grundwassers überhaupt aufhören.

Wir wollen die Frage, ob das juvenile Wasser überhaupt imstande ist, sich gegen das Grundwasser gänzlich abzudichten, offen lassen. Die Beobachtungen auf Island sprechen jedenfalls für die Annahme, daß die Hauptmasse der Thermen nicht aus juvenilem Wasser, sondern aus Grundwasser besteht. Aber selbst den Fall angenommen, daß im Verlaufe einer langen Zeit eine völlige Abdichtung erfolgen könne, so daß die Thermen nur noch juveniles Wasser führen, so ist doch in jedem einzelnen Falle die Frage zu erheben, ob diese Abdichtung bereits erfolgt ist oder nicht.

Genetisch betrachtet müssen die Thermen jedenfalls eine Periode hinter sich gehabt haben, in welcher eine Vereinigung zwischen vadosem und juvenilem Wasser vorhanden gewesen ist. Im Laufe langer Zeit mag diese Verbindung namentlich nahe der Oberfläche durch eine Abdichtung aus Sinter aufgehoben worden sein. Es ist dem Geologen nicht möglich zu erkennen, wie weit eine Abscheidung zwischen dem angeblich nur juvenilen Wasser der Thermen von dem vadosen bereits erfolgt ist. Die charakteristische Eigenheit der Thermen, daß ihre Wasserabgabe nicht mit dem Rhythmus der Niederschläge, also auch des Grundwassers schwankt, spricht, unseres Erachtens, nicht dafür, daß die Thermen überhaupt ohne Verbindung mit dem Grundwasser seien.

Die Schwankungen der Niederschläge äußern sich ja stets nur im Niveau des fließenden Grundwassers. Da

¹⁾ In einer Tiefe von 30 m hatte Bunsen an dem großen Geysir Islands beispielsweise 127° C gemessen; bei 20 m Tiefe betrug die Temperatur nur etwa 120° C.

aber das fließende Grundwasser infolge der Abdichtung der Quellschächte keinen Zutritt zu den Thermalwassern hat, so ist es auch nicht möglich, daß hierdurch eine erhöhte Wasserabgabe der Thermen hervorgerufen werden müsse.

Von den beiden einleitend dargelegten „Eigentümlichkeiten des juvenilen Wassers“ scheidet also die eine, die ziemlich gleichmäßige, nicht mit den Niederschlägen korrespondierende Wasserabgabe, als Charakteristikum aus, da sie, wie gezeigt, auch bei der Annahme des Zutrittes von Grundwasser in juvenile Quellströmungen zu erklären ist.

Die Frage nach dem juvenilen Wasser der Thermen bedarf noch vieler Untersuchungen. In Anbetracht der hohen Bedeutung, welche diesen Fragen unstreitig zukommt, wäre es überaus wichtig, auch aus anderen Thermengebieten möglichst viele Beiträge zur Kenntnis des Thermenphänomens zu erhalten.

Fr. Obermayer und E. P. Pick: Über Veränderungen des Brechungsvermögens von Glykosiden und Eiweißkörpern durch Fermente, Säuren und Bakterien. (Beiträge zur chem. Physiologie und Pathologie 1905, 7, 331—380.)

Die physikalisch-chemischen Methoden, die bisher bei dem Studium der Wirkungsweise der Fermente angewandt wurden, so die Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit, Messung der Wärmetönung, Gefrierbestimmungsmethode usw., haben bisher kaum einen Einblick in die konstitutiven Verhältnisse des der Fermentwirkung ausgesetzten Körpers oder dessen Spaltungsprozesse geben können. Verff. haben daher versucht, zu diesem Zwecke die Bestimmung des Brechungsvermögens anzuwenden, da dieses, wie die Untersuchungen von Brühl lehren, auch über die Anordnung und gegenseitige Beziehung der Bestandteile einer Verbindung, über ihre Konstitution, Aufschluß zu geben vermag. Zunächst wurden die Veränderungen, die das Lichtbrechungsvermögen der Glykoside, der Eiweißkörper und einfacher Eiweißabkömmlinge durch Ferment- und Säurewirkung erfährt, genau festgestellt. Die Messungen wurden mit einem Pulfrichschen Apparat ausgeführt, als Lichtquelle diente eine Natronflamme.

Was vorerst die Spaltung von Glykosiden (Amygdalin, Salicin) durch Emulsin, wie die des Dextrins durch Ptyalin betrifft, so ergaben die Versuche übereinstimmend, daß der Brechungsexponent vor und nach der Spaltung derselbe ist, mit anderen Worten der Brechungsexponent der Summe der Spaltungsprodukte dem Brechungsexponenten des ungespaltenen Moleküls gleich sein muß. Dieses Verhalten spricht auch mit großer Wahrscheinlichkeit dafür, daß die fermentative Aufspaltung des Amygdalin, Salicin, Dextrin nicht mit eingreifenderen Atomverlagerungen verbunden ist, da eine Strukturänderung wohl mit einer Änderung der Brechung einhergehen würde. „Es scheint vielmehr die Konstanz des Brechungsindex zu beweisen, daß während des ganzen Verlaufes der Reaktion ein Gleichgewichtszustand besteht, der sich auch nicht ändert, wenn der Prozeß seine volle Höhe erreicht hat. Für diese Anschauung spricht auch die in neuerer Zeit von verschiedenen Forschern nachgewiesene Umkehrbarkeit der Ferment-

wirkungen, so namentlich die von Emmerling durchgeführte synthetische Wirkung der Hefemaltase gerade auf die Spaltungsprodukte des Amygdalins (Rdsch. 1902, XVII, 155), indem es ihm gelungen war, aus Glykose und Mandelsäurenitrilglykosid ein wiederum durch Maltase spaltbares Amygdalin zu erhalten. Die Spaltung eines Glykosids, des Phloridzins, durch Säure hat ähnliche Verhältnisse ergeben; soweit man also aus dem Verhalten des Brechungsvermögens folgern kann, besteht ein prinzipieller Unterschied zwischen Säure- und Fermentwirkung auf Glykoside nicht.“

Eine große Reihe von Versuchen beschäftigte sich ferner mit der Spaltung der Eiweißkörper. Was die Pepsinwirkung, die auf Rinderserum, kristallisiertes Eieralbumin, Wittepepton geprüft wurde, anlangt, so konnte gezeigt werden, daß trotz des weitgehenden Abbaues der hochmolekularen Stickstoffverbindungen der Eiweißkörper in einfache Spaltungsprodukte der Brechungsexponent konstant blieb, somit der Exponent der gebildeten Spaltungsprodukte dem des ungespaltenen Eiweißkörpers gleich ist. Will man nicht die unwahrscheinliche Annahme machen, daß die nachgewiesene Konstanz nur das Resultat verschiedener nach entgegengesetzten Richtungen wirkender optischer Kräfte wäre, wobei jede Verminderung des Brechungsvermögens durch eine an anderer Stelle sich abspielende, mit Zunahme der brechenden Kraft einhergehende Umlagerung genau ausgeglichen wäre, so muß angenommen werden, daß die Pepsinwirkung nicht mit tiefergreifenden konstitutiven Umlagerungen verbunden ist, vielmehr „daß sie ausschließlich präformierte Gruppen, die mit einander in einem nicht allzufesten Zusammenhange stehen, lockert oder von einander löst, so daß die Änderungen des Bindungsvermögens nach der Spaltung nicht hinreichen, um das optische Gleichgewicht zu ändern“.

Ganz anders waren jedoch die Verhältnisse bei der Eiweißspaltung durch Trypsin. Bei der Trypsinwirkung auf natives Pferdeserum, Eierklar, kristallisiertes Ovalbumin, Wittepepton konnte ausnahmslos bereits nach ganz kurzer Zeit eine deutliche Erhöhung der Brechung nachgewiesen werden, die 49,1 bis 70 Einheiten der vierten und fünften Dezimalstelle betragen hat. Die nähere Untersuchung ergab, daß die meisten Vorgänge, die die erwähnte Erhöhung herbeiführen vermögen, bereits in den ersten Stunden der Fermentwirkung sich abspielen und die weiteren Prozesse das optische Gleichgewicht nicht mehr stören. Verff. neigen zu der Ansicht, daß dieses Verhalten nicht allein auf das Verschwinden der Albumosen oder anderer bekannter Derivate zurückzuführen ist, sondern daß das „Trypsin“ neben der hydrolytischen Spaltung, die der Wirkung des Pepsins entspricht, noch eine weitere tiefergehende „konstitutive“ Veränderung herbeiführt, die die Erhöhung des Brechungsvermögens zur Folge hat.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Wirkung des Trypsins auf die einzelnen Eiweißfraktionen, wie Albumosen, auf peptisch weit abgebaute Verdauungs-

produkte des Rinderserums, auf die tanninfällbare, Biuretreaktion nicht gebende Fraktion des Wittepeptons usw. Doch können alle die Einzelheiten, wie auch die Beobachtungen bei der Einwirkung des Trypsins auf die Curtiusche Base, Glycylglycin, Hippursäure hier nicht näher erörtert werden.

Es war ferner von Interesse, die Einwirkung verdünnter Salzsäure bei Siedetemperatur auf die Eiweißkörper mit der ihr in vieler Beziehung ähnlichen tryptischen Verdauung zu vergleichen. Während, wie bereits erwähnt, verdünnte Mineralsäuren bei Brutttemperatur oder bei kurz dauernder Einwirkung von höherer Temperatur keinen Einfluß auf das Brechungsvermögen hatten, so konnte bei längerer Einwirkung eine stetige Zunahme des Brechungsexponenten nachgewiesen werden.

Zum Schlusse wurde noch die durch den Lebensprozeß der Bakterien herbeigeführte Eiweißlösung auf den Einfluß auf das Brechungsvermögen untersucht. Als Nährboden diente zuckerfreie, leicht alkalisch reagierende Rindfleischbouillon, der Wittepepton und Kochsalz zugesetzt war, als Kulturen die kräftig proteolysierenden Proteusbakterien, der Cholera vibrio und das *Bact. coli commune*. Bei all den Versuchen trat eine der bisherigen ganz entgegengesetzte Beeinflussung des Brechungsvermögens ein, nämlich eine Verminderung des Brechungsexponenten. Daraus ist wohl ersichtlich, daß die durch Bakterien verursachten fermentativen Prozesse in ihrer Gesamtwirkung von der Pepsin-, Trypsin- und Säureproteolyse ganz verschieden sind. P. R.

L. R. Ingersoll: Über den Faraday- und Kerr-Effekt im infraroten Spektrum. (*Philosophical Magazine* 1906, ser. 6, vol. 11, p. 41—72.)

Die magnetische Drehung der Polarisationssebene des Lichtes ist für die lichtelektrische Theorie von so hervorragender Bedeutung, daß eine ganze Reihe von Forschern die verschiedenen Faktoren studiert haben, welche diese Drehung beeinflussen; so ist die Abhängigkeit der Rotation von der Stärke des Magnetfeldes, dem Einfallswinkel und der Temperatur sorgfältig bestimmt worden. Der wichtigste Faktor jedoch, der bei jeder Erklärung der Erscheinung eine Rolle spielen muß, die Abhängigkeit der magnetischen Rotation von der Wellenlänge, also die magnetische „Rotationsdispersion“, ist nur in einem sehr beschränkten Gebiete untersucht worden, so daß sie zwar für den sichtbaren Teil des Spektrums bei einer Reihe typischer Stoffe bekannt war, Messungen im Ultraviolett und im Infrarot hingegen nur spärlich vorlagen, obwohl das letztere Gebiet viel größer und wichtiger ist. Der Grund hierfür muß in der Schwierigkeit dieser Messungen gesucht werden, welche für die Prüfung der Rotationsformeln unerlässlich sind, und sowohl die Wirkung der Absorptionsstreifen auf die Rotation, als auch das anomale Verhalten der magnetischen Körper der Erklärung näher zu bringen erhoffen ließen. In der Erwartung, einige Punkte aufzuklären, hat Verf. auf Anregung des Herrn Mendenhall zwei einschlägige Fragen der experimentellen Behandlung unterzogen: 1. die Faradaysche Rotation oder die Drehung der Polarisationssebene von Licht, das durch einige Stoffe im Magnetfeld hindurch geht; 2. den Kerr-Effekt oder die Drehung der Polarisationssebene, die von der Reflexion am magnetischen Spiegel herrührt.

Daß strahlende Wärme ebenso wie Licht Faradaysche Rotation zeigt, ist vielfach (Wortmann, Dela

Provostay und Desais, Grunmach) nachgewiesen; aber bei den diesbezüglichen Messungen sind nicht Strahlen von gleichmäßiger Beschaffenheit und bekannter Wellenlänge verwendet worden. Erst Moreau (1894) hat dies zwischen den Grenzen von $\lambda = 0,79 \mu$ und $\lambda = 1,42 \mu$ berücksichtigt und fand unter Anwendung eines Solenoids zur Herstellung des Magnetfeldes die magnetische Drehung des polarisierten Lichtes in einer Röhre mit Schwefelkohlenstoff bei $\lambda = 0,79 \mu$ gleich 52% der Rotation für Natriumlicht und bei $\lambda = 1,42 \mu$ gleich 32%. Herr Ingersoll hat nun die magnetische Drehung für 30 Wellenlängen zwischen $\lambda = 0,58 \mu$ und $4,3 \mu$ gemessen und gleichfalls Schwefelkohlenstoff verwendet, das Magnetfeld jedoch durch einen kräftigen Elektromagneten hergestellt, der stärkere Felder gab und daher kürzere Schwefelkohlenstoffröhren anzuwenden gestattete, was eine geringere Absorption der untersuchten Strahlen zur Folge hatte. Um die Experimente möglichst zu vereinfachen, wurden sämtliche Versuchsbedingungen konstant erhalten und nur die Wellenlängen in den angegebenen Grenzen variiert.

Die den früheren ähnliche Versuchsmethode war folgende: Ein Lichtstrahl ging der Reihe nach durch einen Polarisator, eine zwischen den Polen des Elektromagneten befindliche rotierende Substanz und durch einen Analysator; dann wurde er durch ein Prisma zerstreut und in ein Spektrum zerlegt, in das der Streifen eines Bolometers gebracht wurde. Jede Drehung der Polarisationssebene, die durch Erregung des Magneten veranlaßt wurde, mußte eine Zunahme oder Verminderung der Intensität des vom Analysator ausgesandten Strahles veranlassen, eine Wirkung, die für jede beliebige Wellenlänge mit dem Bolometer gemessen wurde und somit die Rotation zu berechnen gestattete. Die Methode, der verwendete Apparat und die möglichen Versuchsfehler sind eingehend in der Abhandlung beschrieben, auf welche hier verwiesen werden muß; die Resultate sind übersichtlich für 42 Punkte des Spektrums (mit Einschluß von Duplikaten) in einer Tabelle zusammengestellt und diskutiert. Die Schwefelkohlenstoffröhre war 4,125 cm lang, die Temperatur 29°C und die Feldstärke etwa 6000 C. G. S. Die erhaltenen Zahlenwerte sind graphisch in einer Kurve dargestellt, in die auch die Werte Moreaus eingezeichnet sind, und schließlich wurden sie mit den verschiedenen vorher diskutierten Dispersionsformeln verglichen.

In einem besonderen Abschnitte werden sodann die Versuche über den Kerr-Effekt mitgeteilt. Bereits 1890 hatte Du Bois angegeben, daß im sichtbaren Spektrum die durch den Kerr-Effekt hervorgerufene Rotation im allgemeinen mit den längeren Lichtwellen wächst. Dies galt namentlich für Eisen und Stahl, während Kobalt und Nickel schwach ausgeprägte Minima im Grün und Gelb zeigten und Magnetit ein Maximum im Gelb zu erreichen schien. Dieses besondere Verhalten machte Messungen in einem größeren Umfange des Spektrums wünschenswert, und da die vorstehende Untersuchung gezeigt hatte, daß selbst geringe Rotationen zuverlässiger Messung zugänglich sind, wurde der Apparat für Reflexion umgestaltet, und es zeigte sich, daß der Effekt meßbar sei. Die bisher erhaltenen Resultate ergaben ziemlich gute Übereinstimmung unter einander und sprachen für die Genauigkeit der Methode. „Da sie aber einen ganz unerwarteten Charakter haben und auf gewisse wichtigere Schlüsse hinweisen, scheint es sehr wünschenswert, sie mit einem abgeänderten Apparat, der eine größere Empfindlichkeit verbürgt, zu verifizieren, und mit vollkommeneren Oberflächen, um die Widersprüche zu erklären und, wenn möglich, zu beseitigen, welche jetzt ihre Sicherheit schmälern müssen.“ Die Umgestaltung des Apparates und die Vertiefung der Aufgabe, zu der besonders die Untersuchung der Rotation beim Durchgang des Lichtes durch dünne Häute magnetischer Metalle gehören würde, erfordern so viel Zeit, daß zunächst die gefundenen Resultate als vorläufige mitgeteilt werden.

Die Rotation wurde hervorgebracht durch Reflexion an den Oberflächen zweier kleiner Spiegel des zu untersuchenden Metalls, die nahe den Enden der Polstücke des Magneten angebracht waren. Um die meßbare Wirkung zu erhöhen, wurde eine zweimalige Reflexion angewendet, der Einfallswinkel wurde möglichst senkrecht gewählt. Im wesentlichen waren Methode und Versuchsfehler die gleichen wie bei der Untersuchung des Faraday-Effekts. Zur Untersuchung verwendet wurden Stahl (gehärtet), Kobalt, Nickel, Magnetit, Heuslersches Metall und Silber in Form kleiner Spiegel von 6 bei 16 cm und 3 mm Dicke; das Silber wurde verwendet, um etwaige äußere Ursachen der Drehung festzustellen; Schwierigkeiten bot besonders das Polieren, das noch am leichtesten am Stahl ausführbar war. Die Resultate sind in Kurven dargestellt und diskutiert.

Die erste auffallende Eigentümlichkeit der Resultate war die ausgesprochene Abnahme der Rotation mit Zunahme der Wellenlänge, entgegen dem, was man aus den Resultaten der Beobachtungen im sichtbaren Gebiet des Spektrums erwarten sollte. Es existieren also Maxima, die bei den drei magnetischen Metallen etwas links von der Wellenlänge 1μ zu liegen schienen. Kobalt verhielt sich wie Stahl; Nickel aber schien bei etwa $1,4\mu$ die Richtung der Rotation umzukehren. Dies war so überraschend, daß die Versuche an verschiedenen Proben wiederholt wurden; aber der Erfolg war stets der gleiche; zwar wichen die Kurven der verschiedenen Nickelsorten sehr bedeutend von einander ab, aber alle schnitten die Achse bei etwa $1,4\mu$. Die Prüfung des Magnetits bot viel Schwierigkeiten, und die verschiedenen Kurven zeigten wenig Übereinstimmung; die beachtenswerteste Eigentümlichkeit der Magnetitkurven war, daß in einem guten Teil des Infrarot die Rotation in demselben Sinne statt hatte wie beim Stahl. Die Silberkurven und einige direkte visuelle Beobachtungen gaben zu einigen Bedenken betreffs der Genauigkeit der Messungen Veranlassung, die bereits oben erwähnt sind und neue Versuche erheischen. Sehr auffallend war das Verhalten des Heuslerschen Metalls, das bei den visuellen und infraroten Beobachtungen vollkommen negative Resultate gab, und wenn auch die Versuchsanordnung nicht als sehr geeignet zur Entdeckung kleiner Rotationen betrachtet werden kann, kann dennoch mit ziemlicher Sicherheit behauptet werden, daß die Wirkung, wenn sie überhaupt vorhanden ist, geringer sein muß als ein Zehntel der Rotation von Stahl.

Die physikalische Deutung der Kurven kann noch nicht mit der gewünschten Deutlichkeit gegeben werden. Ihre augenscheinlichste Eigentümlichkeit ist die überraschende Ähnlichkeit zwischen den vervollständigten Kurven, wie sie aus den Messungen des Kerr-Effekts für die Beziehung der Rotation zur Wellenlänge sich ergeben, und der typischen Dispersionkurve, die durch einen Absorptionstreifen veranlaßt wird.

Die negativen Resultate des Heuslerschen Metalls sind sehr merkwürdig, denn dies scheint der einzige Fall zu sein, in dem dieses eigentümliche Metall seine magnetischen Eigenschaften verleugnet. Wenn sorgfältigere Prüfungen hierüber und über die nichtmagnetischen Legierungen des Nickels zeigen können, daß der Kerr-Effekt nicht gänzlich von den magnetischen Eigenschaften abhängig ist, dann wird ein wesentlicher Fortschritt in der Erklärung der Erscheinung herbeigeführt sein.

Es empfiehlt sich, die Zusammenfassung der Ergebnisse in der Darstellung des Verf. hier wiederzugeben:

„1. Die elektromagnetische Rotationsdispersion von Schwefelkohlenstoff wurde gemessen nach infraroten Methoden in einem Spektralgebiet, das sich von den Natriumlinien bis $\lambda = 4,3\mu$ erstreckt, und es wurde gefunden, daß sie korrekt dargestellt wird durch eine Formel, welche auf das Absorptionsband jenseits 8μ Rücksicht nimmt; hierdurch ist gezeigt, daß ein infraroter Absorptionstreifen die Rotationsdispersion in einem

beträchtlichen Gebiete des Spektrums ebenso beeinflussen kann, wie er die gewöhnliche Dispersion beeinflusst.

„2. Die magnetischen Metalle und der Magnetit zeigen hinter der Wellenlänge 1μ im Infrarot eine Abnahme der Kerrschen Rotation mit wachsender Wellenlänge. Die vollständigen Rotations-Dispersionkurven, die hergestellt wurden durch Ergänzung der Resultate im Infrarot durch die vorliegenden Beobachtungen im sichtbaren Spektrum, zeigen eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit einer typischen Dispersionkurve in der Gegend einer Absorptionsbande, was darauf hinweist, daß in den Metallen etwas einem Gebiet von Resonanz-Absorption Ähnliches existiert, das sich über das sichtbare Spektrum erstreckt.

„3. Die eigentümlichen Fälle des Nickels und Magnetits sind bemerkenswert, denn die Rotation scheint in jedem Falle bei einer besonderen Wellenlänge zu verschwinden und dann ihr Vorzeichen zu ändern. Die Kerrsche Rotation für die magnetische Legierung, Heuslers Metall, ist, wenn überhaupt vorhanden, kleiner als ein Zehntel derjenigen des Eisens und Stahles, obwohl die magnetischen Eigenschaften vollkommen vergleichbar sind.

„4. Obwohl die Resultate keine endgültigen Schlüsse gestatten, ob die Hypothese der Molekularströme oder des Hall-Effekts bei der Erklärung der magnetischen Rotation angenommen werden müssen, so sind Anzeichen dafür vorhanden, daß die letztere Theorie gültig ist für den Schwefelkohlenstoff — d. h. er bietet einen Fall analog dem des Natriumdampfes, während die Kurven der magnetischen Metalle die erstere Erklärung fordern, obwohl die Umkehrung des Nickels vielleicht als Beweis für den Hall-Effekt betrachtet werden kann.“

J. E. Petavel: Der Druck bei den Explosionen.

Versuche mit festen und gasförmigen Explosionsstoffen. (Proceedings of the Royal Society 1905, ser. A, vol. 76, p. 492.)

Trotz der zahlreichen Versuche, welche über die festen und gasförmigen Explosivkörper ausgeführt sind, existieren noch viele Lücken, deren teilweise Ausfüllung eine Untersuchung bezweckte, über die der Verf. zunächst nur einen auszüglichen Bericht veröffentlicht hat, dem das Folgende entlehnt ist.

In dem ersten Teile der Abhandlung ist der für die Untersuchung der festen und der gasförmigen Explosionsstoffe verwendete Apparat beschrieben, und im zweiten werden besonders die Eigenschaften des Cordits (eines rauchlosen Schießpulvers) behandelt. Die Drucke werden auf einem rotierenden Zylinder mittels eines besonders konstruierten Manometers registriert. Das Ansteigen des Druckes während der Explosion selbst des schnellsten Cordits wurde mittels dieses Instruments aufgezeichnet, ohne daß irgend welche Schwankungen in dem Mechanismus des Registrierapparates auftraten. Die gemessenen Drucke reichen von 100 bis 1800 Atmosphären.

Viele von den bei der Untersuchung des Cordits gewonnenen Resultaten sind in Kurven graphisch zur Darstellung gebracht, deren Studium selbst dem besten Auszuge vorzuziehen ist, weil der letztere ohne ausführliche Erklärungen leicht zu Mißverständnissen führt. Gleichwohl müssen wir uns mit dem Auszuge begnügen.

Die Untersuchung bestätigte die Anschauung, daß die Verbrennung des Cordits nach parallelen Oberflächen vorschreitet. Die Geschwindigkeit, mit der die Flamme nach der Mitte eines jeden Teilchens des Explosionsstoffes wandert, ist proportional dem Drucke, unter dem die Verbrennung stattfindet. Diese Geschwindigkeit ist gemessen worden, und es wird gezeigt, daß sowohl die Zeit, die erforderlich ist, um den maximalen Druck zu erreichen, wie die Gestalt der Kurve, welche das Ansteigen des Druckes darstellt, aus den gegebenen Daten berechnet werden kann.

Die Wirkung, die dadurch hervorgebracht wird, daß

der Durchmesser des Explosionskörpers verringert wird ist erörtert. Obwohl die Zeit, die zur vollständigen Verbrennung gebraucht wird, mit dem Durchmesser abnimmt, bleibt die Gestalt der Kurve, die das Ansteigen des Druckes darstellt, faktisch unverändert, da nur die Zeitskala eine andere geworden. So wird, selbst wenn das Cordit im Zustande feinsten Verteilung wäre, obwohl die Verbrennung eine nahezu augenblickliche ist, die hervorgebrachte Wirkung stets von der einer Detonation verschieden sein.

Die erhaltenen Druckmaxima werden mit den Messungen von Noble verglichen, mit denen sie nahe übereinstimmen. Es wird gezeigt, daß der durch die Explosion für verschiedene Dichtigkeiten entwickelte Druck mit einem ziemlichen Grade der Annäherung durch Formeln abgeleitet werden kann, die aus der kinetischen Theorie der Gase gewonnen sind. Die nach van der Waals Gesetz berechneten Drucke werden mit den Versuchsergebnissen verglichen.

Die Modifikationen, die durch die Verwendung von Hüllen verschiedener Form eingeführt werden, werden untersucht. Wenn die Oberfläche der Hülle im Vergleich mit ihrem Volumen beträchtlich ist, hat der Durchmesser des Cordits einen ausgesprochenen Einfluß auf das entwickelte Druckmaximum. Für große Durchmesser ist der Druck beträchtlich unter dem normalen Werte.

Bezüglich der Geschwindigkeit der Abkühlung werden die Ergebnisse mit denjenigen verglichen, die der Verf. in früheren Versuchen über Gase unter hohen Drucken erhalten hatte (Rdsch. 1901, XVI, 523). Die Untersuchung führt zu dem Schluß, daß die Geschwindigkeit der Abkühlung wesentlich abhängt von der Wärmeleitfähigkeit der Hülle und nicht von der des Gases.

Mit den massiven Stäben, die bei diesen Versuchen notwendig sind, findet man, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit nicht im Verhältnis zur Oberfläche schwankt, sondern nahezu wie das Quadrat dieses Wertes. Beiläufig wird die Aufmerksamkeit auf die sehr hohen Temperaturen gelenkt, welche die innere Oberfläche der Stahlwände erreichen. Dies wirft einiges Licht auf die wichtige Frage der Erosion.

Wenn die Explosion in einem langen Gefaße erfolgt, wird oft eine Wellenwirkung hervorgebracht. Eine ungleichmäßige Verteilung des Explosivkörpers verstärkt diese Erscheinung. Die Geschwindigkeit der Druckwelle ist gemessen und mit der Schallgeschwindigkeit unter ähnlichen Bedingungen verglichen. Im allgemeinen bestätigt die Arbeit die bemerkenswerten Eigenschaften des Cordits bezüglich seiner hohen Kraft und der Regelmäßigkeit der erzeugten Wirkungen.

M. Raciborski: Über die oxydierende Fähigkeit der Resorptionsfläche der Wurzel der Blütenpflanzen. (Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, math.-naturw. Kl., 1905, S. 338—346.)

Um die vor längerer Zeit von Molisch (vgl. Rdsch. 1888, III, 388) angegebene, von anderer Seite aber (vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Aufl., Bd. 1, S. 156) wieder in Frage gestellte oxydierende Wirkung der lebenden Wurzelzellen zur Anschauung zu bringen, benutzt Verf. reines Fließpapier, das mit einem geeigneten Indikator getränkt worden ist. Auf das wieder getrocknete, in sterile Kulturschalen gelegte und mit sterilem Wasser benetzte Papier werden entweder lebhaft wachsende Keimpflanzen gebracht oder sterilisierte Samen zum Keimen gelegt. Als Indikatoren werden leicht oxydable und dabei ihre Farbe verändernde Stoffe verwendet, vorzüglich α -Naphthylamin, das durch Oxydation in violettblaues Oxynaphtamin übergeht, zweitens Benzidin, das in einen zunächst braunen, dann violettbraunen Körper verwandelt wird, drittens Phenolphthalin (durch Reduktion von Phenolphthalein mit Zinkstaub und Kalilauge erhalten), das durch Einwirkung von Sauer-

stoff in das mit Kalilauge sich fuchsinrot färbende Phenolphthalein übergeführt wird, und endlich Ferroammoniumsulfat, das bei Oxydation einen gelbbraunen Ockerniederschlag gibt. Die benutzten Lösungen enthielten höchstens eins pro Mille des betreffenden Stoffes. Für Wasserkulturen müssen viel geringere Konzentrationen zur Verwendung kommen.

Bis jetzt hat Verf. keine einzige Phanerogame gefunden, der die Eigenschaft der extrazellulären Oxydation seitens der Wurzeloberfläche abginge. Doch sind starke Gradunterschiede in dieser Beziehung festzustellen. Besonders rasch und intensiv erfolgt die Reaktion bei Erbse, Bohne, Hornklee und Hanf. Nur die resorbierende Wurzeloberfläche vermag die Oxydationswirkung auszuüben. Am stärksten tritt diese in der Wurzelhaarregion ein; mit dem Alter der Wurzel und dem Absterben der Wurzelhaare wird sie immer schwächer. Die kurze, wachsende Zone zwischen Wurzelhaube und Wurzelhaarregion zeigt entweder keine oder eine sehr schwache Reaktion; ebenso ist es mit der Wurzelhaube selbst.

Die Oxydationen treten an Benzidin- und Naphthylaminpräparaten einerseits auf der äußeren Oberfläche der Zellmembran der Wurzelhaare und der Epidermiszellen, weiter in der Membran selbst und endlich in der äußeren Plasmahaut hervor. Nach längerer Zeit nimmt das ganze Plasma der Epidermis- und Haarzellen die dunklere Farbe an.

Die Versuche wurden unter Ausschluß des Luftsaurestoffes wiederholt. Es zeigte sich da, daß bei den in Wasserstoff oder Kohlensäure kultivierten Keimpflanzen nur eine sehr schwache Oxydation eintrat. Verf. schließt daraus, daß die Oxydation bei normalen Wurzeln durch den Luftsaurestoff unter katalytischer Wirkung an der Wurzeloberfläche zustande kommt. Die bei Luftabschluß eintretende schwache Oxydation muß auf der Anwesenheit einer Sauerstoffquelle in der Pflanze beruhen.

Ähnliche Verbrennungsprozesse gehen nach Verf. auch im Innern der Pflanze vor sich, bei Gefäßpflanzen an der inneren Wand der Gefäße und Tracheiden, an welche die lebenden Zellen des Hadromparenchyms grenzen. Hierdurch ist die Möglichkeit geboten, die chemisch-physiologische Verschiedenheit im Verhalten des wasserleitenden und des eiweißleitenden Teiles (des Hadroms und des Leptoms) der Gefäßbündel mit Hilfe der farbigen Reaktion zu demonstrieren. F. M.

Victor Grafe: Studien über Atmung und tote Oxydation. (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 1905, Bd. 114, S. 183—223.)

Die neueren Angaben über Assimilation anscheinend toter Pflanzensubstanz (vgl. Rdsch. 1905, XX, 644) veranlaßten den Verf., der Frage näher zu treten, wie es sich mit der Atmung von Pflanzen verhält, die bei verschiedenen Temperaturen getrocknet worden waren. Über das Auftreten von Oxydationsvorgängen in Pflanzenteilen, die auf 100° und darüber erhitzt worden waren, liegen schon eine Reihe von Mitteilungen vor (vgl. z. B. Rdsch. 1901, XVI, 460). Verf. stellte bei der Hefe eine verhältnismäßig hohe Widerstandsfähigkeit des lebenden Plasmas gegen die Einwirkung hoher Temperaturen fest. Etwa bis 110° dauerte die Gärtätigkeit wie die Atmungstätigkeit der auf 10proz. Rohrzuckerlösung befindlichen Hefe, allerdings unter allmählicher Intensitätsabnahme, an, und das prozentische Verhältnis der in beiden Prozessen ausgeschiedenen CO₂ erhielt sich bis zu diesem Punkte fast konstant. Bei 130° ist die Zymase größtenteils zerstört; es wird nur noch wenig Zucker vergärt, und auch die Ziffer der Verbrennungskohlensäure sinkt plötzlich; dennoch dauert die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe fort. Von einem Leben des Organismus nach einer derartig hohen Erhitzung kann kaum noch die Rede sein; die vor sich gehende Verbrennung ist eine „tote Oxydation“. Bis 190° nimmt diese stetig

ab; dann zeigt sie eine jähe Verminderung, und bei 200—205° kommt sie gänzlich zum Stillstand.

An Blättern von *Eupatorium adenophorum*, die bei verschiedenen Temperaturen getrocknet worden waren, wurden ähnliche Erscheinungen beobachtet.

Ob diese „tote Oxydation“ erst einsetzt, wenn das Plasma aufgehört zu leben, oder ob sie, nur gedeckt von der physiologischen Oxydation, schon in der lebenden Pflanze wirkt, bleibt noch eine offene Frage. Daß an der Erscheinung eine Enzymwirkung beteiligt ist, dürfte nicht zweifelhaft sein. Verf. vermutet, daß eine bei 190° wirkende Oxydase an diesem Punkte durch einen anorganischen Katalysator ersetzt wird. (Über die mutmaßliche Beteiligung von Enzymen bei der Atmung siehe auch Rdsch. 1904, XIX, 396.) F. M.

Grand'Eury: Über die Mutationen einiger fossiler Pflanzen der Steinkohlenschichten. (Comptes rendus 1906, t. 142, p. 25—29.)

Der bekannte Erforscher der französischen Steinkohlenflora zieht in diesem Berichte aus seinen Untersuchungen der letzten zehn Jahre einige Schlußfolgerungen, die namentlich für die Frage der Entstehung der Arten von Interesse sind.

Die Gesamtheit der kohlenführenden Schichten in Frankreich, die vor allem durch die Becken von Valenciennes (Dép. du Nord) und von St. Etienne (Dép. de la Loire) repräsentiert sind, haben eine Mächtigkeit von 6000 m; diese Zahl bezeichnet für die Steinkohlenformation ein Minimum, da die betreffenden Becken nicht bis zum Kulm hinabgehen und sich nicht bis zum Perm erheben. Aus den geobotanischen Untersuchungen geht nun hervor, daß die Kohlenablagerungen sich äußerst langsam angehäuft haben. Man kann daher schließen, daß die Steinkohlenperiode eine ungeheuer lange Dauer gehabt hat. Dafür zeugen auch die Steinkohlenkalke jeder Art, die Verf. im Zentralural zu prüfen hatte, wo sie inmitten anderer, zwischen Kulm und Perm eingelagerter Gesteine ein Massiv von 1000 m bilden.

Bezüglich der äußeren Lebensbedingungen weiß man, daß das Klima warm, feucht und gleichmäßig war, und es ist wahrscheinlich, daß die gewöhnlichen Pflanzen der Steinkohlenformation Sümpfe bewohnten. Diese Bedingungen sind für Mutationen so wenig günstig, daß z. B. *Stigmaria ficoides* Br. während der Zeit von vielleicht einer Million Jahre nicht merklich variiert und *Calamites Suckowii* Br. erst gegen das Ende der Periode einen etwas kräftigeren Wuchs angenommen hat.

Für eine leichte Änderung im Klima spricht die Beobachtung, daß dieselben Pflanzen im Westphalien (der älteren Gruppe) im allgemeinen kleiner, mehr krautartig, weniger verholzt sind und kleinere, weniger lederartige Blätter haben als im Stéphanien (der jüngeren Gruppe).

Der Kampf um den Platz hat so bedeutende und dauernde Verdrängungen von Arten hervorgerufen, daß die fossile Vegetation zuweilen von einer Schicht bis zur nächsten vollständig wechselt. So herrscht bei Saint-Jean-de-Brunefonds (Loire) in der elften Schicht *Pecopteris*, in der zwölften *Cordaites*; bei Bert (Allier) wird eine Schicht völlig von Kryptogamen und eine 100 m darüberliegende zum Teil aus *Cordaiten*, zum Teil aus *Callipteris confecta* St. mit ihren Samen gebildet. Nach oft sehr langer Abwesenheit treten die verschwundenen Arten, ohne merklich verändert zu sein, wieder auf; so findet sich *Neuropteris flexuosa* St. im Dep. Gard reichlich in zwei über 1000 m aus einander liegenden Niveaus, während sie dazwischen nicht auftritt.

Die Beständigkeit der Arten während des größeren Teiles ihres Daseins oder fast der ganzen Dauer desselben ist nach Herrn Grand'Eury eine hervorstechende Tatsache. In ununterbrochenen Ablagerungen, welche die allmählichen Abänderungen variabler Arten hätten enthalten sollen, begegnete Verf. nur den Resten konstanter

Arten. Es ließen sich mehr als zehn Arten anführen die den beiden großen französischen Steinkohlenbecken gemeinsam sind, mehr als zehn Arten, die von der Sohle bis zum Gipfel des Loirebeckens unveränderlich geblieben sind, und mehr als zehn weitere Arten, die, ohne sich zu ändern, durch die obere Hälfte dieses Beckens hindurchgehen. Daß aber die Arten dennoch aus einander hervorgegangen sind, wird wahrscheinlich, wenn man sieht, wie die eine auf eine andere folgt, die ihr nahe verwandt ist, z. B. *Pecopteris unita* Br. auf *Pecopteris longifolia* Br.; oder noch mehr, wenn man beobachtet, wie verschiedene Arten: *Pecopteris Biotii* Br., *P. Schlotteimii* Göpp., *Sphenophyllum oblongifolium* Ger. im Departement Loire, im Gard, bei Singles, in demselben Niveau ohne Vermischung unter einander die Vorläuferarten *Pec. dentata* Br., *P. arborescens* Br. und *Sphenophyllum filiculme* Lesq. ersetzen. *Odontopteris minor* Br. folgt stets auf *O. Reichiana* Gutb. Zu Saint-Etienne, wo diese *Odontopteris* durch mehr als 1000 m mächtige Ablagerungen gleicher Herkunft in Menge verbreitet sind, konnte Verf. immer feststellen, daß von der siebenten Schicht an *Od. Reichiana* eine Neigung zur Bildung spitzerer Fiederchen zeigt, und daß nach dieser leichten Veränderung die Art oberhalb der dritten Schicht im ganzen Bereich des Loirebeckens, wenn nicht des ganzen französischen Zentralplateaus, sozusagen plötzlich in *Od. minor* übergeht.

Auf den gemeinsamen Ursprung verwandter Arten weist auch die Tatsache hin, daß die natürlichsten Gattungen mit wenig Arten beginnen oder auch mit der isolierten typischen Art den Anfang machen. In der Nähe ihres Ausgangspunktes sind die Tochterarten von *Pecopteris* wenig verschieden und gemischt; einmal fixiert, trennen sie sich und ändern sich sozusagen nicht mehr.

Dieses Beständigbleiben der Arten und andererseits die raschen Übergänge zwischen ihnen legen, so meint Verf., den Gedanken nahe, daß die Umwandlungen sprunghaft infolge einer den Pflanzenarten innewohnenden „force directrice“ zustande gekommen seien. F. M.

H. E. Ziegler: Das Ektoderm der Plathelminthen. (Verhandl. d. D. Zoolog. Ges. 1905, S. 35—42.)

In der Auffassung der Trematoden- und Cestoden-Hautschicht („Cuticula“) stehen sich heute zwei Meinungen gegenüber. Nach der einen, die von Brandes, Blochmann, Hein vertreten wird, ist die Cuticula der Trematoden und Cestoden das Produkt einer Zellschicht, die unterhalb der Muskelschicht gelegen ist und die Blochmann als „äußeres Epithel“ bezeichnet hat.

Dagegen vertritt Herr Ziegler die Meinung, daß die sogenannte Cuticula selbst als verändertes Außenepithel (Ektoderm) anzusprechen ist und daher dem Flimmerepithel der übrigen Plathelminthen, insbesondere der Turbellarien entspricht. Er stützt sich dabei einerseits auf frühere Befunde von Wagener, Kerbert, Ziegler, Braun, Maclaren u. a., welche in der Hautschicht ausgebildeter Trematoden oder (was häufiger ist) ihrer Cercarien Kerne nachwiesen, andererseits auf den neuen embryologischen Befund seines Schülers C. F. Roewer, welcher konstatierte, daß junge *Cercariaeum helices* von einem flachen, kernhaltigen Epithel bekleidet sind, welches auch die Innenseite des vorderen Saugnapfes und des Pharynx auskleidet, das aber bei voller Ausbildung der Cercarie ganz verschwindet. Auch die Geschlechtsgänge sind anfänglich von einem kernhaltigen Epithel ausgekleidet, das später durch die sich verdichtende Sekretschicht der umliegenden Drüsen verdrängt wird. Ähnliches fand F. Schmidt am Uterus-Epithel eines *Bothriocephalus*.

Auch das äußere Epithel der *Bothriocephalus*-Flimmerlarve ist vergänglich, ebenso wie das Flimmerepithel der aus dem Ei schlüpfenden Trematodenlarven, und ebenso wie die beschriebene äußere Zellschicht der Cercarien.

Endlich weist Herr Ziegler darauf hin, daß auch die zu den Turbellarien hinüberleitenden Temnocephalen nach Wacke ein kernhaltiges Epithel besitzen.

Die Hautschicht also, welche bei den Turbellarien und Temnocephalen dauernd funktioniert, wird bei Trematoden und Cestoden sekundär verändert bzw. verdrängt, sie wird durch die Sekretsicht submuskulär gelegener Drüsen funktionell ersetzt.

Darüber, ob jene Hautschicht allein, oder auch diese Submuskulärschicht als „Ektoderm“ zu bezeichnen ist, steht die Entscheidung aus. Jedenfalls aber ist die letztere nicht die ursprüngliche Körperbedeckung der Trematoden und daher dem äußeren Epithel der Turbellarien nicht homolog.

R. W.

Literarisches.

G. Bredig: Handbuch der angewandten physikalischen Chemie in Einzeldarstellungen. Band I. F. Förster: Elektrochemie wässriger Lösungen. 507 S. (Leipzig, J. A. Barth, 1905.)

Die theoretischen Grundlagen der physikalischen Chemie haben von den Männern, welche sie in erster Linie geschaffen haben, die eingehendste Darstellung erfahren. Nachdem Wert und Bedeutung des neuen Wissenszweiges für eine ganze Reihe von Gebieten sich erwiesen haben, muß es als ein außerordentlich dankenswertes Unternehmen begrüßt werden, daß Bredig sich mit einer Anzahl von Forschern zur Herausgabe eines Handbuches der angewandten physikalischen Chemie vereinigt hat. Als ein sehr wohlgelungener Anfang erweist sich die das Werk eröffnende Monographie des Herrn F. Förster über die Elektrochemie wässriger Lösungen. Der Gegenstand wird mit großer Ausführlichkeit behandelt unter besonderer Bevorzugung der Arbeitsgebiete, an deren Förderung der Verfasser selbst sich hervorragend betätigt hat.

Das Werk beginnt mit einem von anderer Seite verfaßten Kapitel über das Messen elektrischer Größen und die Erzeugung des elektrischen Gleichstromes in Thermosäulen und Dynamomaschinen. Ref. möchte sich hier die Bemerkung erlauben, daß dieses Eingangskapitel ohne Schaden hätte fehlen können. Der Studierende, welcher das Buch mit Nutzen lesen will, wird von der Physik so viel wissen müssen, daß er das Kapitel nicht braucht. Fehlt ihm aber dieses Wissen, so dürfte die Auseinandersetzung über das Grundprinzip der Dynamomaschine viel zu knapp gehalten sein, als daß ihre Lektüre ihm viel helfen würde.

Der elektrochemische Teil geht vom Faradayschen Gesetz aus und behandelt dem Zwecke des Buches entsprechend sogleich dessen praktische Folgerungen, die Berechnung der Stromausbeute und die Coulometer. Bei letzteren fehlt das für die Messung schwacher Ströme wertvolle Kaliumsilbercyanid-Coulometer, dessen Anordnung von Nernst und Farup angegeben wurde. Die Grundzüge der Theorie der Lösungen und der Dissoziationstheorie finden eine sehr klare Darstellung. Die Anwendung der Lehre vom chemischen Gleichgewicht auf die elektrolytische Dissoziation hätte wohl einer etwas breiteren Einleitung bedurft — die vorhandene setzt im Grunde völlige Vertrautheit damit voraus, die dann aber auch die Elektrolyte einschließen würde. Es folgt die Wanderung der Ionen, wobei sogleich wieder auf die für die Praxis wichtigen Folgerungen Bezug genommen wird. In dem Abschnitt über den Widerstand von Elektrolyten hätte sich wohl die sehr wertvolle Anwendung zu Löslichkeitsbestimmungen einfügen lassen. Bei der Dissoziation des Wassers vermißt man ungern den instruktiven Hinweis, daß der Wert für den Dissoziationsgrad auf den verschiedensten Wegen wiedergefunden wurde. Es gibt kaum eine andere Tatsache, die als Stütze für die zugrunde liegenden Anschauungen so einleuchtet als diese.

Ein besonderes Kapitel ist der Elektroosmose gewidmet, auf deren technische Benutzung insbesondere für die Zwecke der elektrischen Torftrocknung so weitgehende Hoffnungen gesetzt werden.

In dem Abschnitt über die Theorie galvanischer Elemente ist von besonderem Interesse die eingehende Erörterung des Eisen-Nickelsuperoxyd-Akkumulators, für dessen theoretische Behandlung wertvolle, hier zuerst veröffentlichte Untersuchungen des Verfassers eine willkommene Grundlage schaffen. Es folgt die allgemeine Theorie der Elektrolyse. In dem interessanten Abschnitt über die Geschwindigkeit elektrolytischer Vorgänge hätten neben den Arbeiten von Le Blanc diejenigen von F. Krüger genannt werden müssen. Ebenso hätten beim Reststrom neuere Arbeiten, z. B. die von Grassi, Berücksichtigung finden sollen. Eingehende Behandlung erfährt das an Beziehungen zu den verschiedensten Vorgängen reiche Phänomen der Überspannung bei der elektrolytischen Entladung von Wasserstoff und Sauerstoff. In der speziellen Elektrochemie der Metalle ist die Elektroanalyse etwas kurz behandelt. So wertvoll es für die Bedürfnisse der Praxis ist, statt vor die Wahl unter verschiedenen Vorschriften zur Elektroanalyse gestellt zu werden, nur eine als zuverlässig erprobte zu erhalten, so instruktiv wäre es, daneben auch die anderen nicht minder geeigneten Verfahren wenigstens erwähnt zu finden. Nach einem Kapitel über elektrolytische Reduktion setzt in breiter Ausführung die spezielle Elektrochemie der Halogene ein, zu deren Erforschung der Verf. selbst ja das Beste beigetragen hat, so daß es aus diesem Grunde nicht ungerechtfertigt erscheint, wenn der vielerörterte Gegenstand den fünften Teil des ganzen Werkes einnimmt. Das Buch schließt mit einem Kapitel über die elektrolytische Oxydation. Nicht unerwähnt darf bleiben, daß das Register recht unvollständig ist. Ganz zufällig fand Ref. einen Autor an vier verschiedenen Stellen zitiert, die sämtlich bei seinem Namen im Register fehlten.

Der Ref. hat sich erlaubt, diese und einige andere Ausstellungen zu erwähnen nur aus dem Grunde, weil es ihm sicher scheint, daß das vortreffliche Werk die verdiente Verbreitung bald finden wird, so daß die Kleinigkeiten in einer Neuauflage Berücksichtigung finden könnten.

Coehn.

Aug. Föppl: Vorlesungen über technische Mechanik. Erster Band. Einführung in die Mechanik. Mit 103 Figuren im Text. Dritte Auflage. XVI u. 428 S. Dritter Band. Festigkeitslehre. Mit 83 Figuren im Text. Dritte Auflage. XVI u. 434 S. (Leipzig 1905, B. G. Teubner.)

Die früheren Auflagen der Föpplschen Vorlesungen über technische Mechanik sind in der Rundschau ausführlich besprochen worden. Das Werk hat sich gleich bei seinem Erscheinen unter den Studierenden der Technischen Hochschulen eingebürgert und wird von ihnen als das Hauptwerk über diesen Gegenstand angesehen und gebraucht.

Die Änderungen des ersten Bandes sind keine bedeutenden; sie sind nur solche, wie ein erfahrener Lehrer sie auf Grund seiner Beobachtungen und auf den verständigen Rat wohlgesinnter Freunde immer vornehmen wird, ohne daß dadurch der Plan und die Durchführung wesentliche Änderungen erleiden.

Anders verhält es sich mit dem dritten Bande, der die Festigkeitslehre enthält, dieses Gebiet, welches den Kern der technischen Mechanik ausmacht, und welches durch die rege Tätigkeit in den technischen Laboratorien steten Zuwachs erhält. Schon bei der zweiten Auflage waren die Zusätze und Erweiterungen so erheblich angewachsen, daß der dargebotene Stoff in einer Vorlesung an der Hochschule nicht zu bewältigen war und der Band bedeutend stärker als die übrigen wurde. Aus diesem Grunde, der bei der dritten Auflage noch stärker

wirkte, hat der Verf. aus dem dritten Bande alles entfernt, was in einer allgemeinen Vorlesung über Festigkeitslehre an einer Technischen Hochschule doch nicht zum Vortrage kommen kann. Damit aber der Ingenieur in seinem späteren Berufe Gelegenheit finde, sich über die fortgelassenen Abschnitte und die zuzufügenden Nachträge und Ergänzungen zu unterrichten, soll in einem neu geplanten fünften Bande alles nachgeholt werden, was jetzt weggefallen ist, und soll anderes hinzugefügt werden.

Natürlich mußte zufolge dieser durchgreifenden Neubegrenzung des Stoffes viel geändert werden. Außerdem erfordert, wie oben angedeutet ist, die fortschreitende Forschung auf dem behandelten Gebiete die Umarbeitung mancher Stellen. Durch solche Berücksichtigungen der Ergebnisse wissenschaftlicher und technischer Arbeiten aus neuerer Zeit wird der Wert der neuen Auflagen erhöht und die Brauchbarkeit für die studierende Jugend gewährleistet.

E. Lampe.

G. Rauter: Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Erstes Bändchen: Glas und keramische Industrie. Mit zwölf Tafeln, 150 S. Zweites Bändchen: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit zwölf Tafeln, 136 S. (Aus der „Sammlung Göschen“. Leipzig 1904, G. J. Göschen'sche Verlagsbuchhandlung.) Preis je 0,80 M.

Das erste Bändchen bespricht nach einigen einleitenden Bemerkungen über die genannten Industriezweige zuerst die chemische Natur des Glases, welches unter die festen Lösungen zu rechnen ist, die Zusammensetzung der verschiedenen Glassorten, ihre Entfärbung, wobei besonders der Einfluß der Belichtung auf die mit Braunstein („Glasmacherseife“) entfärbten Gläser hervorgehoben sei, und ihre Färbung durch besondere Zusätze; weiter folgt das Milchglas, der Straß, die Herstellung der optischen Gläser unter besonderer Berücksichtigung der neuen Jenaer Glassorten, das Jenaer Thermometer- und Gerätegias, das „Quarzglas“, welches allerdings nur seiner Bearbeitungsweise nach hierher zählt, usw. Im Anschluß hieran werden die Gemengteile des Glassatzes behandelt, wobei vielleicht einige Proben von Glassätzen einzufügen gewesen wären, die Glasöfen, die Verarbeitung des geschmolzenen Glases, und seine weitere Bearbeitung für bestimmte Zwecke, das Schleifen, Gravieren, Ätzen, Bemalen und dergleichen. Bei der Besprechung der Spiegelfabrikation ist Seite 87 statt Quecksilberamalgam „Zinnamalgam“ zu lesen; die Herstellung der Silberspiegel ist etwas gar zu kurz behandelt. Der zweite Abschnitt des Büchleins ist der Keramik gewidmet. Er beginnt mit den Rohstoffen, gibt dann eine Einteilung der Tonwaren und beschreibt die Herstellung der Porzellangefäße, die verschiedenen Arten von Porzellan, das Steinzeug, Steingut mit ihren Unterabteilungen und das gewöhnliche Töpfergeschirr, sowie die Terrakottawaren.

Das zweite Bändchen enthält die Ziegelfabrikation, die Herstellung der Bodenfliesplatten, der feuerfesten, säurefesten Steine, der Quarzsteine (Dinassteine), der künstlichen Kalksandsteine. An diese schließt sich weiter die Gipsindustrie, die Kalkbrennerei und die Herstellung des Mörtels. Das hier angeführte Beispiel über die langsame Erhärtung des letzteren unter Aufnahme von Kohlensäure wird noch weit übertroffen durch einen von Herrn Richard Meyer beobachteten Fall. Die Untersuchung des Mörtels der im Winter 1903 abgebrochenen Paulinerkirche zu Braunschweig, welche im Jahre 1343 geweiht worden ist, ergab, daß in ihm noch etwa ein Drittel des Kalkes ätzend geblieben war (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 36, 2981, 1903).

Weiter folgt der Zement, der Betonbau, wobei auch die neuerdings häufig verwandten „Monierbauten“ zu erwähnen gewesen wären, die Herstellung der Zement-

steine und Zementwaren, der Schwemm- und Schlackensteine, der Kitte.

Wie schon diese kurze Übersicht ergibt, handelt es sich dabei um lauter Stoffe, welche im täglichen Leben eine außerordentlich große Rolle spielen. Die beiden Bändchen geben eine recht gute und brauchbare Beschreibung davon und werden sicherlich sehr vielen, welche fortwährend mit solchen Dingen zu tun haben oder sich über ihre Herkunft und Art unterrichten wollen, ein sehr willkommener Führer sein, zumal keine besonderen Kenntnisse vorausgesetzt werden. Zwei recht ausführliche Sachregister erleichtern sehr die Benutzung. Etwas zu eingehend für den mit der Arbeit verfolgten Zweck sind wohl die in den einzelnen Industriezweigen verwandten Öfen und Ofenkonstruktionen beschrieben; auch wären vielleicht noch mehr kurze geschichtliche Bemerkungen einzuflechten gewesen. Die beiden Bändchen können aufs beste empfohlen werden. Bi.

Akademien und gelehrte Gesellschaften.

Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften in Berlin. Gesamtsitzung vom 1. März. Herr Lenz las über die Entstehung der Promotionsbedingungen der Berliner Universität und den Verlauf ihrer ersten Promotion. — Die Akademie hat in der Sitzung am 15. Februar beschlossen, dem aus den Akademien und Gesellschaften der Wissenschaften zu Göttingen, Leipzig, München und Wien bestehenden Verbands deutscher wissenschaftlicher Körperschaften beizutreten.

Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Sitzung vom 15. Januar. Der von der Berliner Akademie gestellte Antrag betr. Gründung eines allgemeinen Deutschen Instituts für Hirnforschung wird ablehnend beantwortet. — Herr Hölder wird zum stellvertretenden Sekretär der math. phys. Klasse gewählt, nachdem Herr Boehm die auf ihn gefallene Wahl abgelehnt hatte. — Herrn Correns wird zur Fortsetzung seiner Studien über Pflanzenbastardierung ein Beitrag von 700 Mark aus der Mende-Stiftung gewährt. — Herr Neumann legt zum Abdruck in den Berichten eine Arbeit des auswärtigen Mitgliedes Herrn Krause vor: „Über die Darstellung der stetigen Funktionen durch Reihen von ganzen rationalen Funktionen.“ — Herr Hölder legt zum Abdruck in den Berichten eine Arbeit von Herrn Hausdorff vor: „Die symbolische Exponentialformel in der Gruppentheorie.“

Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Sitzung vom 8. Februar. Dr. Gottwald Schwarz in Wien übersendet zwei versiegelte Schreiben zur Wahrung der Priorität mit dem Titel: „Heilverfahren“ und „Nachtrag. Theorie zu meinem Heilverfahren.“ — Hofrat J. Wiesner übersendet eine im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität von Fräulein Paula Brezina ausgeführte Arbeit: „Beiträge zur Anatomie des Holzes der Kompositen.“ — Hofrat J. Wiesner übersendet ferner folgende gleichfalls im pflanzenphysiologischen Institut ausgeführte Arbeit: „Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleimes von *Viscum album* und *Loranthus europaeus*, von Gustav Tomann.“

Académie des sciences de Paris. Séance du 26 février. Berthelot et G. André: Recherches sur quelques métaux et minerais trouvés dans les fouilles du Tell de l'Acropole de Suse, en Perse. — J. Bousinesq: Propagation du mouvement autour d'un centre dans un milieu élastique, homogène et isotrope: étude de l'onde corrélative aux variations de densité. — Armand Gautier et Clausmann: Sur quelques difficultés que présente le dosage de l'oxyde de carbone dans les mélanges gazeux. — P. Duhem: Sur une inégalité importante dans l'étude des quasi-ondes de choc. —

Louis Henry: Sur l'addition de l'acide chlorhydrique à l'oxyde d'isobutylène (H³C)². C. CH². — Le Secrétaire

perpétuel signale les tomes I et II des „Leçons d'Algèbre et de l'Analyse à l'usage des classes de Mathématiques spéciales“ par Jules Tannery. — E. Esclangon: Observations de la comète Brooks (1906a) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — Pierre Boutroux: Sur l'indétermination d'une fonction au voisinage d'une singularité transcendante. — Leopold Fejér: Sur la série de Fourier. — H. Dulac: Intégrales d'une équation différentielle dans le voisinage d'un point dicritique. — P. Fatou: Sur l'application de l'analyse de Dirichlet aux formes quadratiques à coefficients et à indéterminées conjuguées. — Ivar Fredholm: Sur la théorie des spectres. — A. Korn: Sur les vibrations d'un corps élastique dont la surface est en repos. — Thadée Banachiewicz: Sur un cas particulier du problème des n corps. — Louis Fredey: Sur la signification exacte du principe de Carnot. — E. Jungfleisch et M. Godchot: Sur l'acide lactique gauche. — P. Viala et P. Pacottet: Sur les kystes des Gloeosporium et sur leur rôle dans l'origine des levures. — R. Koehler et C. Vaney: Stellosphaera mirabilis, nouvelle larve d'Astérie appartenant très vraisemblablement à une forme abyssale. — Charles Richet: Effets reconstituants de la viande crue après le jeûne. — Charrin et Le Play: Étude des variations de la toxicité du contenu de l'intestin grêle. Modifications du sang. — Emile Argand: Sur la tectonique du massif de la Dent-Blanche. — R. Chudeau: D'Iférouane à Zinder.

Vermischtes.

Die Schmelzwärme des Eises ist trotz ihrer großen Wichtigkeit noch nicht genügend genau bekannt, und unter den klassischsten Angaben, der von Bunsen (80,03) und der von Laprovostaye und Desains (79,25), ist noch eine Differenz von 1% vorhanden. Diese wird sogar noch etwas größer, wenn man erwägt, daß die Bunsensche Kalorie etwas größer war als die seiner Vorgänger. Berücksichtigt man diesen Unterschied der Einheiten, so steigt der Bunsensche Wert auf 80,43, während der von Laprovostaye nur auf 79,17 sich ändert; die Differenz bleibt also ungefähr gleich, wenn man die neuesten Bestimmungen der spezifischen Wärme des Wassers zugrunde legt. Die bei den Bestimmungen der obengenannten Physiker benutzten Methoden geben keinen Anhalt, diese große Differenz aufzuklären. Nun macht aber Herr A. Leduc darauf aufmerksam, daß in die Formel für die latente Wärme des Wassers nach Bunsens Methode die spezifischen Volumina des Eises und des Wassers bei 0° eingehen, und daß er für das spezifische Volumen des Eises bei 0° einen Wert (0,9176) gefunden, der größer ist als der von Bunsen benutzte (0,91674). Setzt er seinen Wert in die Gleichung, so erhält er für die Schmelzwärme aus Bunsens Daten die Größe 79,15 Kalorien, einen Wert, der dem von Laprovostaye und Desains sehr nahe steht, und als Mittel der älteren zuverlässigsten Messungen wäre die Schmelzwärme des Eises bei 15° gleich 79,2 Kalorien zu setzen. (Compt. rend. 1906, t. 142, p. 46.)

Die sog. Hexenringe auf Wiesen und in Wäldern werden bekanntlich durch die strahlenförmige Ausbreitung von Pilzmycelien im Boden gebildet. In den zahlreichen Mitteilungen, die über solche Pilzkreise gemacht worden sind, konnte Herr F. Thomas nur einmal eine Angabe über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Pilze finden, und diese ist bald 100 Jahre alt; sie steht in der grundlegenden Abhandlung Wollastons (1807). Der bekannte Physiker und Chemiker gibt die jährliche Zunahme zu acht Zoll bis zwei Fuß (rund 20–61 cm) an, ohne aber die Pilze zu bezeichnen, auf die sich seine Beobachtungen beziehen. Herr Thomas hat nun seit 1896 in einem Fichtenbestande bei Ohrdruf einen großen Pilzkreis von Hydnum suaveolens Scop. beobachtet und Messungen vorgenommen, die auf eine

Jahreszunahme des Radius von durchschnittlich 23 cm führten. Da der Pilzkreis 1905 einen Radius von 10,36 m hatte, so würde sein Alter 45 Jahre betragen. Der Fichtenbestand ist wahrscheinlich älter als der Pilzkreis nach dieser Berechnung, aber die Bäume sind äußerst langsam gewachsen, da der Standort sehr flachgründig ist. Bei dickerer Humusschicht möchte wohl auch die Wachstumsgeschwindigkeit des Pilzmycels größer sein, als die gefundene. Herr Thomas bemerkt noch, daß innerhalb der Peripherie kein einziger Fruchtkörper von Hydnum suaveolens erschienen ist, entsprechend der Wollastonschen Erschöpfungstheorie. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1905, Bd. 23, S. 476–478.) F. M.

Personalien.

Die Académie des sciences de Paris wählte zum korrespondierenden Mitglied A. Heim, Professor der Geologie an der Universität Zürich.

Die Harvard University (Cambridge) ernannte Geheimrat Prof. Dr. Wilh. Ostwald (Leipzig) zum Ehrendoktor. Verliehen: Dem Kustos an der Biologischen Anstalt auf Helgoland Dr. Paul Kuckuck der Titel Professor.

Ernannt: Prof. Dr. Artur Schattenfroh zum Vorstand der k. k. allgemeinen Untersuchungsanstalt für Lebensmittel in Wien; — Miss Margaret Ferguson zum Professor der Botanik am Wellesley College; — Miss Elizabeth F. Fischer zum Professor der Geologie und Mineralogie am Wellesley College.

Habilitiert: Dr. Wallenberg für Mathematik an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg; — Dr. Emil Mannheim, Unterrichtsassistent am chemischen Universitätslaboratorium zu Bonn; — Dr. A. Bode für Geologie und Paläontologie an der Bergakademie zu Berlin; — Oberingenieur Dr. G. Benischke für das Lehrfach „Wechselstromtechnik“ an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Gestorben: Dr. v. d. Crone, Assistent des pflanzenphysiologischen Versuchshauses des botanischen Instituts der königl. landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf, am 23. Februar; — Dr. Hermann Lorberg, außerordentlicher Professor der Physik an der Universität Bonn, 75 Jahre alt; — Albert Nilsson, Lektor am Forstinstitut zu Stockholm; — der Anthropologe Obermedizinalrat Dr. v. Hölder in Stuttgart, 86 Jahre alt.

Astronomische Mitteilungen.

Folgende Minima hellerer Veränderlicher vom Algoltypus werden im April 1906 für Deutschland auf Nachtstunden fallen:

2. April 11,3h	U Cephei	17. April 10,3h	U Cephei
7. „ 10,9	U Cephei	21. „ 14,3	♂ Librae
7. „ 15,0	♂ Librae	22. „ 9,9	U Cephei
9. „ 16,8	U Coronae	23. „ 12,2	U Coronae
12. „ 10,6	U Cephei	25. „ 14,2	U Sagittae
14. „ 9,3	Algol	27. „ 9,6	U Cephei
14. „ 14,6	♂ Librae	28. „ 13,9	♂ Librae
16. „ 14,5	U Coronae	30. „ 9,9	U Coronae

Nach einer ersten von Herrn Ebell in Kiel ausgeführten Berechnung bewegt sich der Komet 1906 b (Kopff) in einer fast in der Ekliptik liegenden Bahn, die sich sehr wahrscheinlich noch als elliptisch herausstellen wird. Seine Entfernungen von der Sonne und Erde nehmen zu! Der Komet mußte also schon mehrere Monate lang in günstiger Position und ziemlich hell am Himmel gestanden haben, ohne bemerkt worden zu sein! Am 27. März ist der Ort des Kometen $AR = 11^h 28,7^m$, $Dekl. = +29^{\circ} 9'$ und die Helligkeit etwa ein Viertel der Helligkeit bei der Entdeckung.

Herr Sigurd Enebo in Dombaas, Dovre, hat gefunden, daß der Stern Bonner Durchmusterung +41° 851 ein Veränderlicher vom Algoltypus ist, der gewöhnlich 9,4 Gr., im Minimum unter 10. Gr. herabgeht mit einer Periode von 13 Tagen oder einem aliquoten Teil dieses Betrages. (Astron. Nachrichten 170, 357.)

Zirkular 111 der Harvardsternwarte führt 24 Sterne mit merkwürdigen Spektren auf, worunter sich 13 neue Veränderliche befinden. Auch vier Sterne des auf die Mittelregion der Milchstraße beschränkten V. Spektraltypus sind dabei.

A. Berberich.

Für die Redaktion verantwortlich
Prof. Dr. W. Sklarek, Berlin W., Landgrafenstraße 7.