



## ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Durch alle Buchhand-  
lungen und Postanstalten  
zu beziehen.

herausgegeben von

**DR. OTTO N. WITT.**

Erscheint wöchentlich einmal.  
Preis vierteljährlich  
4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.  
Dörnbergstrasse 7.

N<sup>o</sup> 1018. Jahrg. XX. 30. Jeder Nachdruck aus dieser Zeitschrift ist verboten.

28. April 1909.

**Inhalt:** Elektrizität der Atmosphäre und Radioaktivität der Atmosphäre. Von Dr. phil. KARL KURZ. (Schluss.) — Der Wetterhornaufzug. Mit zehn Abbildungen. — Die künstliche Zucht der Meeresschwämme. — Elektrolytisches Verfahren zur Herstellung von eisernen Röhren und Blechen. Mit einer Abbildung. — Rundschau. — Notizen: Über den Einfluss der Schraubenarbeit auf die Vibrationen des Schiffskörpers. — Ein zweiköpfiges Hühnchen. Mit zwei Abbildungen. — Bücherschau. — Post.

### Elektrizität der Atmosphäre und Radioaktivität der Atmosphäre.

Von Dr. phil. KARL KURZ.

(Schluss von Seite 453.)

Für unsere Betrachtungen im Zusammenhang mit der Luftpotelektrizität kommen von Radium, Thorium und Aktinium je die Emanation und die drei ersten aus ihr entstehenden festen Zerfallsprodukte in Betracht, also Radium A, B, C, Thorium A, B, C und Aktinium A, B, C. Die weiteren festen Zerfallsprodukte des Radiums, Radium D bis G, sind für die atmosphärische Elektrizität ohne Bedeutung wegen der geringen Zerfallsgeschwindigkeit, die diese Stoffe charakterisiert, und wegen der damit zusammenhängenden geringen Ionisationswirkung gegenüber der Wirkung von Radium A, B und C, der sogenannten Produkte mit raschem Zerfall. Bei Thorium und Aktinium hört die Reihe der bekannten Glieder zurzeit noch mit Thorium C bzw. Aktinium C auf. Das will sagen, dass man die unter Umständen auch radioaktiven Stoffe, die vielleicht aus Thorium C bzw. Aktinium C entstehen, in der

Forschung über die radioaktiven Stoffe überhaupt noch nicht kennt.

Wie weist man nun die Gegenwart solcher radioaktiven Stoffe in der Atmosphäre nach? Da haben wir prinzipiell zu trennen zwischen dem Nachweis der Emanationen und dem Nachweis der festen Zerfallsprodukte der Emanationen.

Verflüssigt man die Luft durch Anwendung sehr tiefer Temperaturen und hoher Drucke, so kondensiert sich auch die in der Luft enthaltene Emanation, ihres gasförmigen Charakters wegen. Diese emanationshaltige flüssige Luft kann man dann wieder verdampfen lassen. Die Halbwertszeit der Radiumemanation zum Beispiel ist ziemlich beträchtlich, vier Tage etwa. Daher verdampft die flüssige Luft schneller, als die Emanation durch Zerfall verschwindet, und in dem nach und nach entstehenden Rest flüssiger Luft reichert sich infolgedessen die Emanation langsam an. Lässt man die Temperatur steigen auf  $-150^{\circ}$ , also immerhin ziemlich weit über den Verdampfungspunkt der flüssigen Luft, der etwa bei  $-190^{\circ}$  liegt, so verdampft nun auch die bis



dahin kondensierte Emanation, geht in den umgebenden Gasraum über und macht sich hier durch ihre ionisierende Wirkung bemerkbar. Von der in flüssiger Luft kondensierten Emanation entweicht bei  $-154^{\circ}$  ein Promille, bei  $-152^{\circ}$  ein Prozent, bei  $-150^{\circ}$  50 Prozent. Man kann also die Kondensationstemperatur der auf diese Weise aus der Atmosphäre gewonnenen radioaktiven Emanation bei  $-150^{\circ}$  C ansetzen. Diese Tatsache bildet eine der Stützen für die Annahme, dass die aus der Atmosphäre erhältliche Emanation im wesentlichen die des Radiums ist, für die dieselbe Kondensationstemperatur experimentell ermittelt ist. Eine weitere Stütze liefert die Halbwertszeit, die ebenfalls den bei Radiumemanation bekannten Wert gibt. — Ein direkter Nachweis der Thor- und der Aktiniumemanation in der Atmosphäre ist in gleicher Weise bisher noch nicht geführt worden. Die Schwierigkeit liegt in der Kürze der Halbwertszeit und in der geringen Menge. Die geringe in der Luft vorhandene Menge zerfällt mit solcher Geschwindigkeit, dass es nicht möglich ist, ihre Anwesenheit genügend lange zu verfolgen.

Die experimentellen Schwierigkeiten bei der Untersuchung der atmosphärischen Emanation sind wohl die Ursache dazu, dass bis jetzt noch verhältnismässig wenig direkte Messungen ausgeführt worden sind. Eine grössere Zahl von Beobachtungen liegen dagegen vor über die festen Zerfallsprodukte der Emanation, die Substanzen Radium A, B, C und die entsprechenden Glieder der Thor- und Aktiniumfamilie.

Setzt man einen Draht längere Zeit der Einwirkung einer radioaktiven Emanation aus, beispielsweise dadurch, dass man ihn in ein Gefäss hängt, in dem sich ein radioaktive Emanation entwickelnder Körper befindet, so zeigt der Draht nach dem Herausnehmen aus dem Gefäss selbst die Eigenschaft eines radioaktiven Körpers, d. h. er vermag in der Luft Ionen zu bilden. Eine genauere Untersuchung zeigt jedoch, dass die neu gewonnene Eigenschaft herrührt von einem Überzug, einem Niederschlag von radioaktiven Stoffen, der sich auf der Oberfläche des Drahtes gebildet hat, und der sich in einfachster mechanischer Weise, durch Abreiben mit den Fingern, wieder entfernen lässt. Die Menge der abgelagerten Substanz ist besonders gross, wenn der Draht elektrisch negativ geladen gewesen war.

Dies Experiment, das geschichtlich zuerst mit Thorium bzw. in Thoriumemanation ausgeführt worden war, wurde in freier Luft wiederholt in der Weise, dass ein dünner Draht von etwa 20 m Länge horizontal ausgespannt wurde. Die negative Ladung konnte man

durch eine Influenzmaschine oder durch eine Hochspannungsbatterie liefern lassen. Setzt man den Draht in dieser Weise der atmosphärischen Luft bzw. der Emanation in der Atmosphäre aus, so erweist er sich nach dem Einholen als radioaktiv. Die Radioaktivität ist hervorgerufen durch einen Niederschlag von radioaktiver Substanz, den man in dieser Weise der atmosphärischen Luft, die den Draht umspülte, entzogen hat. Die Radioaktivität des Niederschlags, der sich übrigens auch mechanisch entfernen lässt, weist man wieder durch die Ionenbildung in der Nähe des Drahtes nach. Wie die Einzelheiten der Versuchsanordnung sind, wie man im besonderen den Niederschlag auf seine Art untersucht, das zu schildern würde hier zu weit führen. Uns genügt die Feststellung der Tatsache, dass es lediglich durch Ausspannen eines negativ geladenen Drahtes in der freien Atmosphäre möglich ist, aus der Atmosphäre radioaktive Stoffe herauszuziehen. (Die negative Ladung des Drahtes ist übrigens auch wieder bei der ganzen Versuchsanordnung kein wesentlicher Faktor; man erhält auch Niederschläge, freilich in geringerer Menge, ohne dass man dem Draht eine Ladung erteilt.) Auch die spezielle Untersuchung des Niederschlags auf seine etwaigen Komponenten, falls er nicht ein einheitlicher Körper ist, interessiert im genaueren wohl mehr den Fachmann; und es genügt auch hier wiederum die Festlegung der Tatsache, dass man in dieser Weise die Anwesenheit der Zerfallsprodukte aller drei hier in Betracht kommenden Stoffe, des Radiums, des Thoriums und des Aktiniums, in der Atmosphäre hat nachweisen können.

Damit wissen wir nun also, dass sich in der Atmosphäre bestimmte radioaktive Stoffe befinden; wir kennen die einzelnen ihrer Art nach, ihrer Halbwertszeit nach, — den Strahlen nach, die sie aussenden. Das aber sagt uns sofort, dass die Luft ständig unter dem Einfluss dieser in ihr zerfallenden radioaktiven Stoffe steht, dass sie also nach unseren obigen Betrachtungen ständig von den drei Strahlenarten, den  $\alpha$ -,  $\beta$ -  $\gamma$ -Strahlen, durchsetzt sein muss, die bei dem fortwährenden Zerfall dieser Stoffe ständig ausgesandt werden. Die Wirkung dieser Strahlen aber haben wir ebenfalls oben kennen gelernt: Sie bilden Ionen auf dem Wege, den sie durchlaufen, ein einzelnes  $\alpha$ -Teilchen ihrer 100000 etwa. — Weiter ist ohne Erklärung ersichtlich, dass diese Stoffe allmählich zu Boden sinken, einmal wegen ihrer Schwere und angezogen von der negativen Ladung der Erdkugel, dann auch heruntergerissen auf mechanischem Wege durch Niederschläge, Regen, Schnee. Die aus dem Erdboden nachdringende Emanation er-



neuert natürlich den Zustand in der Atmosphäre fortwährend wieder. Auf der Erdoberfläche aber bildet sich eine unendlich feine Schicht radioaktiver Substanz, die nun auch ihre ionisierenden Strahlen in den Weltraum hinaussendet. Dann: Die Erdkruste selber enthält, wie wir oben sahen, radioaktive Stoffe in feinsten Verteilung. Diese senden nicht nur rasch absorbierte  $\alpha$ -Teilchen, sondern auch stark durchdringende  $\beta$ -Strahlen und noch durchdringendere  $\gamma$ -Strahlen in den Weltraum. Bis zu 1 km Höhe können ja die  $\gamma$ -Strahlen gelangen, ehe sie auf 1% ihrer Wirksamkeit geschwächt sind.

Kurz, die unteren Partien des Luftmeeres sind nach allen Richtungen hin von ionenbildenden Strahlen durchsetzt, die ihre Ursache haben in dem Zerfall radioaktiver Substanz in der Atmosphäre und im Erdboden. Und wenn wir oben sahen, dass in jeder Sekunde in jedem Liter Luft rund 20000 Ionen dadurch verschwinden, dass sich je ein positives und ein negatives Ion zu einem elektrisch neutralen Teilchen vereinigen, so haben wir für die unteren Schichten des Luftmeeres nun offenbar eine der Quellen gefunden, aus der ständig neue Ionen entstehen, so dass der Elektrizitätshaushalt in Ordnung gehalten werden kann: die radioaktiven Stoffe. Ich sage ausdrücklich, eine der Quellen, um schon hier darauf hinzuweisen, dass wir in der Natur noch eine Anzahl anderer Vorgänge haben, die alle ionenbildend wirken, die also ebenfalls mitarbeiten, um die ständig verschwindenden Ionenmengen durch neue zu ersetzen.

Diese Bemerkung führt den Lufterlektriker ohne weiteres zu der letzten Frage, die uns hier interessiert, zu unserer Kernfrage in dieser Betrachtung: Wie gross ist denn nun eigentlich die Wirkung der radioaktiven Stoffe in der Atmosphäre und im Erdboden, d. h. welchen Bruchteil der aufzubringenden Ionen vermögen denn nun die radioaktiven Stoffe in der Zeiteinheit zu liefern? Mit anderen Worten: Wie gross ist die Menge radioaktiver Substanz in der Atmosphäre und, soweit das hier in Betracht kommt, in den obersten Schichten der Erdkruste? Es liegen über diesen Punkt noch nicht allzuviel Messungen vor; doch sind diese wenigen quantitativen Untersuchungen in verschiedenen Erdteilen ausgeführt und geben — darauf kommt es hier zunächst ja nur an — in der Grössenordnung miteinander übereinstimmende Werte, so dass wir doch einen Durchschnittswert von ziemlich allgemeiner Bedeutung angeben können.

Die Menge der irgendwo in irgendwelcher Form vorhandenen radioaktiven Substanz kann man in zweierlei Weise angeben. Erstens, man gibt an, wieviel Gramm Radium vorhanden

sein müssten, damit ständig die beobachtete Menge von Emanation oder von radioaktivem Niederschlag erzeugt werde. Dazu muss natürlich experimentell festgelegt sein, welche Emanationsmengen oder welche Mengen radioaktiven Niederschlags, Radium A, B, C usw., von 1 g Radium erzeugt werden können. Diese Zahlen sind experimentell festgelegt. Man sagt dann, die beobachtete radioaktive Substanz ist mit soundsoviel Gramm Radium „im Gleichgewicht“. Das wäre eine direkte Angabe in absolutem Mass. Praktischer für unsere Zwecke ist die zweite Art der Angabe: Man bestimmt direkt zahlenmässig, wieviel Ionen die radioaktive Substanz in der Zeiteinheit, der Sekunde, in der Raumeinheit, dem Kubikzentimeter oder auch dem Liter, zu erzeugen vermag. Dies gibt für unsere Verhältnisse das anschaulichere Bild.

Man bestimmt getrennt für sich die Ionenmenge, die von der in der Atmosphäre vorhandenen Emanation erzeugt wird, und die Ionenzahl, die den festen radioaktiven Zerfallsprodukten ihre Entstehung verdankt. Weiter sind die Ionenmengen zu bestimmen, die durch die auch bereits oben erwähnte sogenannte „durchdringende Strahlung“ erzeugt werden.

Die Emanationsmenge in der Luft lässt sich wieder auf zweierlei Weise quantitativ bestimmen. In der oben beschriebenen Art kann man die Emanation in flüssiger Luft anreichern, wenn man unter  $-150^{\circ}$  C abkühlt und dann die flüssige Luft verdampfen lässt. Man gibt dann an, aus welcher Menge flüssiger Luft man die zurückbleibende Emanation erhalten hat, und eine Umrechnung liefert direkt die Emanationsmenge, die ursprünglich in 1 cm oder in 1 l atmosphärischer Luft enthalten war. — Eine zweite Methode gründet sich auf die Fähigkeit der Holzkohle, vornehmlich der Holzkohle von Kokosnussschalen, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft die radioaktive Emanation zu entziehen. Man saugt eine bestimmte, abgemessene Luftmenge durch ein Rohr, das mit Holzkohle beschickt ist. Diese nimmt dann die Emanation in sich auf, absorbiert sie also. Erhitzt man hiernach die Holzkohle auf  $40-50^{\circ}$  C, so gibt sie die aufgenommene Emanationsmenge wieder vollständig ab. Die Emanation wird aufgefangen und gemessen durch die Ionenzahl, die sie zu erzeugen vermag. — Beide Methoden sind bereits angewandt worden und haben gut übereinstimmende Werte gegeben.

Die quantitativen Bestimmungen des Gehaltes der Luft an den festen Zerfallsprodukten der Emanation gründen sich auf die auch bereits erwähnte Eigenart dieser Stoffe, sich leicht auf negativ elektrisch geladenen Körpern niederzuschlagen. Das Prinzip der Methode ist



ähnlich dem der oben besprochenen Ionen-zählung: Man saugt wieder ein abgemessenes Luftvolumen durch ein enges Rohr, in dem zentrisch ein dauernd negativ geladener Körper aufgestellt ist. Hat man die Versuchseinrichtung so getroffen, dass dieser Körper, auf dem die radioaktiven Stoffe sich nun befinden, einen leicht abnehmbaren Überzug besitzt, so kann man nun die angesammelte Substanz rasch in ein Elektrometer bringen und da in geeigneter Weise untersuchen. Man bestimmt auch hier wieder die Zahl der Ionen, die durch diese Stoffe erzeugt werden. Geeignete Reduktionen, die ihren Grund darin haben, dass ja die Stoffe selbst während des ganzen Versuchs auch zerfallen, müssen dann die Menge der abgefangenen Substanz in Beziehung setzen zu der in einem bestimmten Volumen Luft enthaltenen Menge.

Die Bestimmungen über den Emanationsgehalt der Luft und über den Gehalt an festen Zerfallsprodukten lassen sich direkt miteinander vergleichen, da man aus der Lehre von den radioaktiven Stoffen weiss, welche Menge radioaktiven Niederschlags aus einer bestimmten Emanationsmenge entsteht. Man hat bei diesen Vergleichen Zahlen von hinreichender Übereinstimmung mit den direkt gefundenen erhalten.

Nur wenige Messungen quantitativen Charakters liegen bis jetzt vor über die Ionenmengen, die der „durchdringenden“ Strahlung ihre Entstehung verdanken, also den  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen, die von den radioaktiven Stoffen in der Atmosphäre und in den obersten Schichten der Erdrinde ausgehen. Immerhin hat sich gezeigt, dass dieser Strahlung eine weit grössere Bedeutung zukommt, als man bisher angenommen hat.

Nimmt man nun die gesamte Ionenmenge zusammen, die durch die radioaktiven Stoffe in der Atmosphäre, also vornehmlich durch die von ihnen ausgehende  $\alpha$ -Strahlung erzeugt wird, weiter die durch die durchdringende Strahlung gebildete, durch die  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen der in der Luft und in den obersten Schichten der Erdrinde vorhandenen Substanz, so kommt man zu Beträgen von etwa 5000 bis 6000 Ionen im Liter in der Zeiteinheit. 5000—6000 Ionen werden in jeder Sekunde in jedem Liter Luft in den unteren Schichten des Luftmeeres durch die radioaktiven Stoffe erzeugt.

Dies ist freilich nur ein Bruchteil der oben geforderten etwa 20000, die in derselben Zeit, in der Sekunde, im gleichen Raum, im Liter, durch Wiedervereinigung verschwinden. Aber: Einmal haften sowohl der Zahl 20000 für die verschwindenden Ionen als auch der Zahl 5000 bis 6000 der durch Strahlungen radioaktiver

Stoffe neu entstehenden Ionen eine Reihe von Unsicherheiten an, die noch geklärt werden wollen. Dann aber dürfen wir nicht vergessen, dass auch die aus den Erdkapillaren dringende sogenannte Bodenluft, die reich an Emanation und radioaktiven Stoffen ist, grosse Mengen fertig gebildeter Ionen emporbringt. Die verdanken auch noch den radioaktiven Stoffen ihre Entstehung. — Weiter müssen wir uns vergegenwärtigen, dass wir ja in den radioaktiven Stoffen nur eine der Ursachen für die Ionenbildung in der Atmosphäre sehen wollen; andere Ionisatoren und ihre Wirksamkeit sollen heute hier nicht betrachtet werden. Immerhin sehen wir aber schon aus diesen Zahlenangaben, dass wir den radioaktiven Stoffen in der Atmosphäre und in den obersten Schichten der Erdrinde einen wesentlichen Teil der Ionen verdanken, die stets neu erzeugt werden müssen, damit der Elektrizitätshaushalt aufrecht erhalten werde. Und das war ja die Kernfrage, die wir uns in diesen Betrachtungen gestellt hatten. — —

Auf beiden Gebieten, auf dem Gebiet der atmosphärischen Elektrizität wie auf dem der Radioaktivität der Atmosphäre, sind zurzeit in den verschiedensten Ländern und Erdteilen Forscher tätig, die die Verhältnisse unter den verschiedensten geographischen, geologischen, meteorologischen, klimatischen Bedingungen studieren. So jung diese Wissenschaft noch ist, so beginnen doch die sehr verwickelten Verhältnisse sich bereits langsam zu klären. Ein planvolles Arbeiten freilich, wie es zurzeit von der Vereinigung der deutschen Akademien der Wissenschaften wenigstens für die verschiedenen Gebiete Deutschlands festgelegt wird, über grössere Gebiete der Erde ausgedehnt, würde wohl rascher zu dem gesuchten Ziel führen: zu einer klaren Anschauung über die Ursachen und Wirkungen der Elektrizität der Erdatmosphäre. Die bahnbrechenden Fortschritte der Technik auf dem entsprechenden Gebiete, die Eroberung der Lüfte als einer Welt, in der der Mensch sein Fahrzeug nach seinem Willen steuert, werden wohl auch dieser jungen Wissenschaft zugute kommen, indem sie ihr die Möglichkeit bieten, in ganz anderer Weise als bisher ihre Beobachtungen und Messungen durchzuführen und auszubauen. Und umgekehrt wird gerade auf diesem Gebiete die reine Wissenschaft wiederum dankbar der Technik gegenüber ihre Pflicht tun in der schon eingangs angedeuteten Weise: Sie wird den Luftschiffer sehen lehren, nicht nur in die Geheimnisse seines Luftmeeres, sondern auch in die Gefahren, die ihm und seinem Fahrzeug drohen



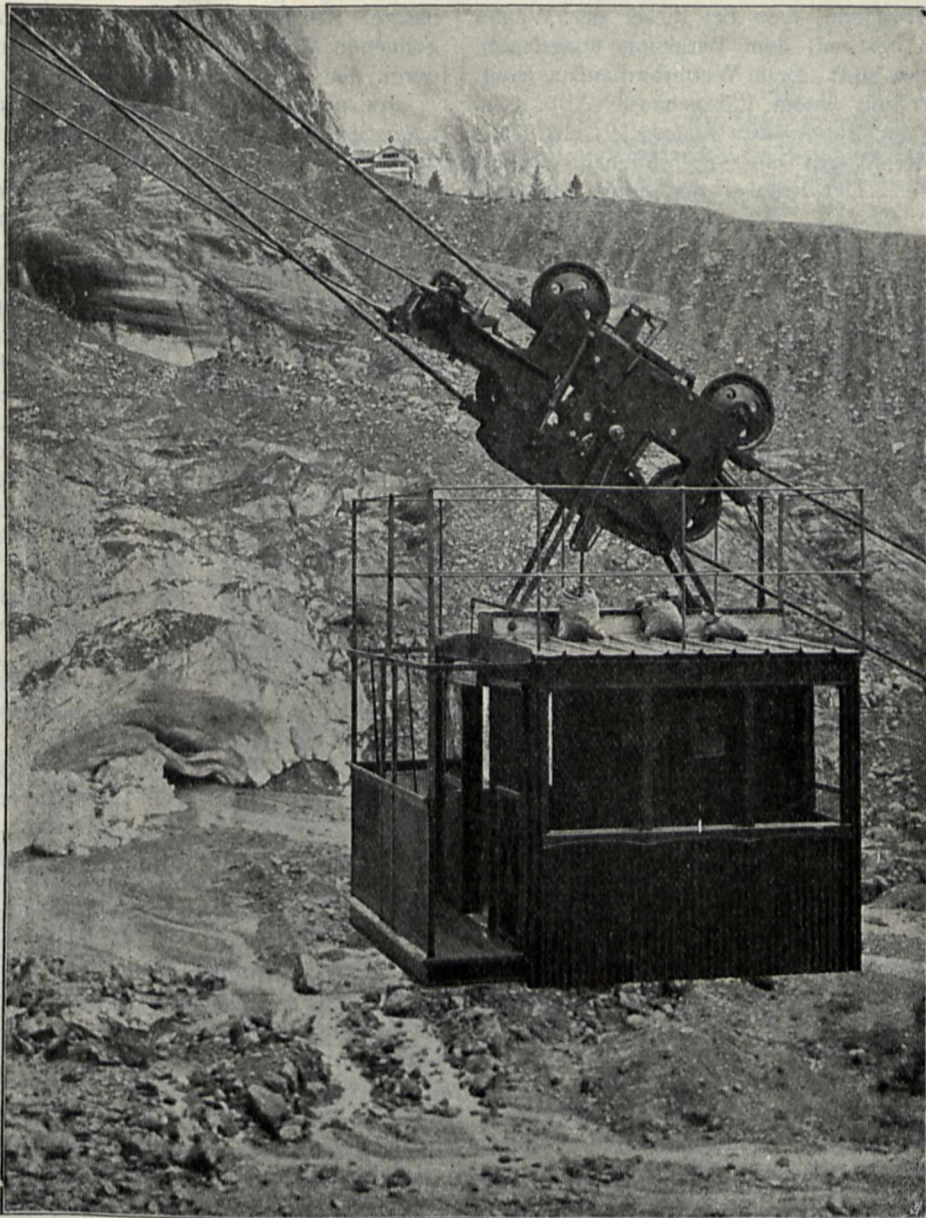
von unbekanntem Mächten, weiter noch wohl auch in die Mittel zu ihrer Abwehr. Wohl wird der Praktiker jene Gefahren nach und nach auch ohne die Theorien kennen lernen, die die reine Wissenschaft aufstellt, freilich

**Der Wetterhornaufzug.**

Mit zehn Abbildungen.

Zu den verschiedenen Systemen der in der Schweiz bestehenden Bergbahnen ist mit der

Abb. 303.



Ansicht des Bremswagens mit der Kabine.

wohl manchmal in tragischer Weise. Drum, wenn irgendwo, so gilt auf diesem Gebiet der alte Grundsatz, der wohl der Leitsatz der modernen Technik geworden ist: dass die beste Theorie stets auch die beste Praxis war.

[11 302 c]

Verkehrseröffnung des Wetterhornaufzugs am 27. Juli 1908 ein neues System hinzugetreten. Der Name „Aufzug“, der diese Verkehrsanlage schon sprachlich von dem unterscheidet, was wir unter „Bergbahn“ zu verstehen gewöhnt sind, soll darauf hindeuten, dass ihre Einrichtung den gebräuchlichen Aufzügen ähnlich ist. Während



jedoch beim gewöhnlichen Aufzug die an einem Seil hängende Kabine, der Fahrstuhl, senkrecht hinaufgezogen wird und hierbei Führung zwischen festen, unbeweglichen Schienen erhält, läuft der Fahrstuhl des Wetterhornaufzuges mit Rädern auf geneigt ausgespannten Trageseilen, von Zugseilen gezogen. Er gleicht also in dieser Beziehung mehr einer Drahtseilbahn, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei dieser der Wagen auf einem fest auf dem Berghang ausgelegten Schienengleis läuft. Beim Wetterhornaufzug hängt der Wagen mit einem Fahrgehäuse (Abb. 303) unterhalb der Fahr- oder Trageseile, also ähnlich wie der Wagen einer Schwebebahn an der Fahrschiene. Der Erbauer der ersten Schwebe-

erregte, in deren Bezirk der Wetterhornaufzug liegt. Nun fand er auch das Entgegenkommen des schweizerischen Eisenbahn-Departements. Nachdem ihm dann im Jahre 1904 die Gründung der Bergaufzug-Aktiengesellschaft Patent Feldmann in Bern gelang, waren die Vorbedingungen für die Ausführung des Wetterhornaufzuges gewonnen. Leider wurde der Baumeister Feldmann der Mitarbeit an dem begonnenen Werke schon allzubald, bereits 1905, durch den Tod entzogen.

Es mag bemerkt sein, dass der Gedanke einer Seilschwebebahn als Bergaufzug keineswegs neu ist; er ist schon vor Feldmann zur Ausführung gekommen oder doch entworfen worden.

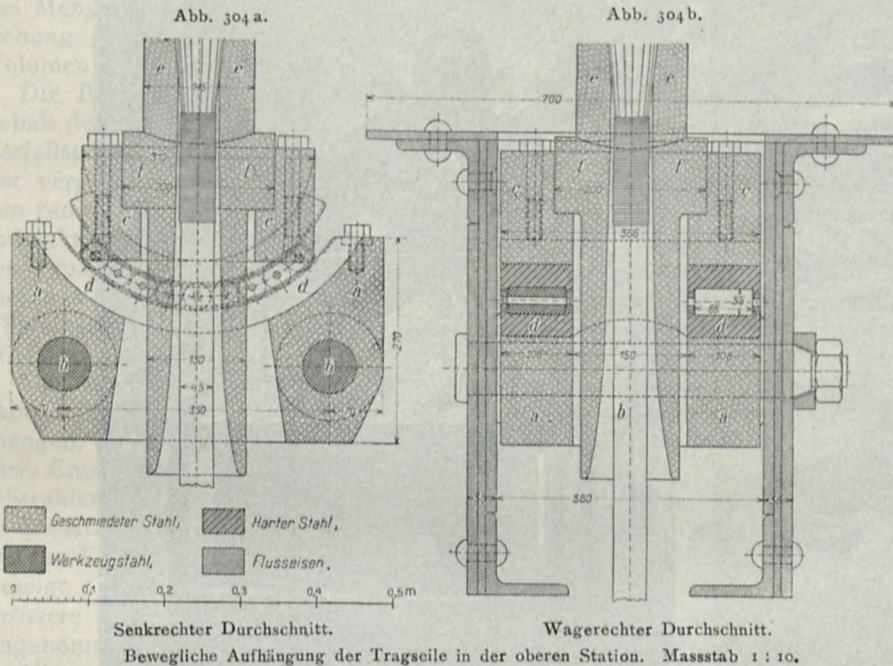
Der Spanier Torres z. B. wollte das Klimsenhorn und den Esel in der Pilatusgruppe in solcher Weise verbinden. Aber alle derartigen Entwürfe und Ausführungen entsprachen so wenig den Forderungen,

die wir heute an Bergbahnen für den Personenverkehr, besonders hinsichtlich der Sicherheitsgewähr, stellen, dass sie für diesen Zweck nicht ernstlich in Betracht kommen konnten. Dem

Feldmannschen Entwürfe kam vielleicht die für den

Bau des Leuchtturmes auf den Klippen von Beachy Head angelegte Drahtseilbahn, die im *Prometheus*, XIII. Jahrg. S. 298, beschrieben und abgebildet ist, am nächsten.

Bei der Ausführung des Wetterhornaufzuges kam es in erster Linie auf eine nach menschlichem Ermessen vollkommen zuverlässige Betriebssicherheit an, eine Forderung, die in Rücksicht auf die Grösse der Gefahr für das Leben der Fahrgäste bei allen voraussichtlich möglichen Betriebsstörungen geboten war. Die Erfüllung dieser Forderung machte noch mancherlei technische Erwägungen und Versuche nötig, durch welche die an sich, im Vergleiche zu anderen Bergbahnen, wenig schwierige Bauausführung so verzögert wurde, dass der Wetterhornaufzug erst, wie erwähnt, Ende Juli 1908 dem Verkehr übergeben werden konnte. Um die glückliche Überwindung aller Schwierigkeiten



Senkrechter Durchschnitt.

Wagerechter Durchschnitt.

Bewegliche Aufhängung der Trageseile in der oberen Station. Massstab 1 : 10.

bahn, die Barmen mit Elberfeld und Vohwinkel verbindet, der Regierungsbaumeister Feldmann, ist denn auch der Erfinder der „Seilschwebebahn“, wie man das System des Wetterhornaufzuges zum Unterschiede von der Schienen-Schwebebahn bezeichnen könnte. Feldmann, der bereits im Jahre 1901 den Plan zu einer Seilschwebebahn entwarf, beabsichtigte zuerst, dieselbe für die Bastei bei Dresden auszuführen. Als er dafür nicht die erforderliche Unterstützung fand, wandte er sich 1902 nach der Schweiz, wo er zunächst ein Patent auf seine Erfindung erwarb und, wie wir der *Schweizerischen Bauzeitung* (Nr. 24 u. 25 von 1908) entnehmen, erst nach langen erfolglosen Bemühungen das Interesse der von Rollschen Eisenwerke in Bern, die sich besonders mit dem Bau von Bergbahnen beschäftigen, sowie der Jungfraubahn-Gesellschaft und der Gemeinde Grindelwald







Abb. 306.

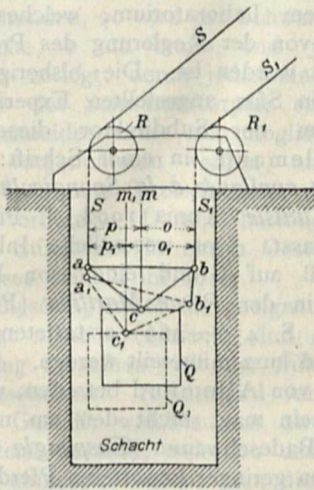


Traggerüst der (oberen) Station „Enge“ mit Bremswagen und Kabine.



gewisse Schwingungsfreiheit für die wechselnde Durchbiegung der Seile zu geben, die bei der fortschreitenden Bewegung der Wagen nach und

Abb. 307.



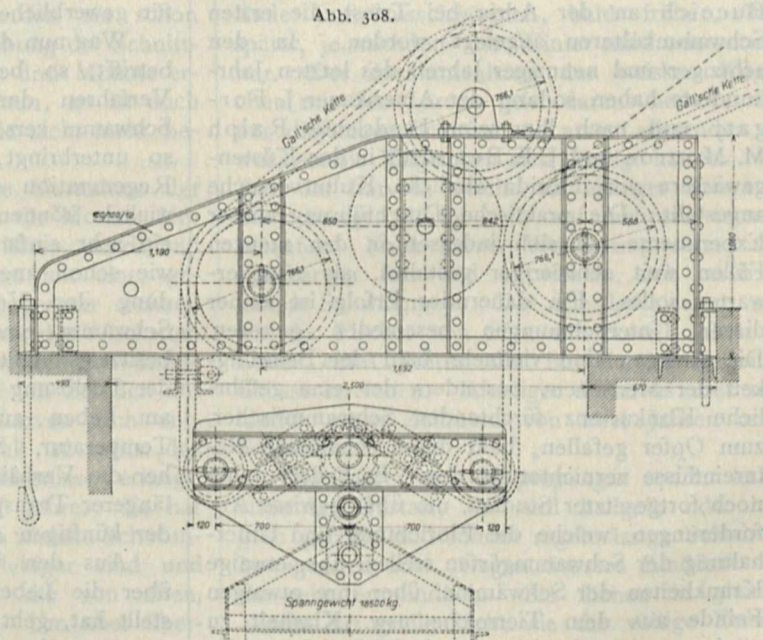
Schema der Spannungsaufhängung.

von der oberen Station in den Trageseilen entsteht, damit diese nicht auf Knickung beansprucht werden. Dazu ist die in Abb. 304 dargestellte Einrichtung für jedes Seil in Anwendung gekommen. Das Ende der Seile ist in der bekannten Weise durch Spreizen der Drähte, Einschieben von Keilen und Verlöten im Kopf *e* festgeklemmt. Dieser Kopf *e* liegt mit seiner kugeligen Endfläche in der zweiteiligen Stahlhülse *f*, die durch den Stahlblock *c* gesteckt ist. Letzterer läuft mit Stahlrollen auf der kreisbogenförmigen Laufbahn des Lagerklotzes *a*, der mit den Lagerbolzen *b* im Tragegerüst des Stationsgebäudes (Abb. 305 u. 306) ruht. Die Abb. 304 a ist ein Durchschnitt durch die Vorrichtung in der Schwingungsebene des Trageseils.

Ganz andersartig ist die Haltevorrichtung der unteren Enden der Trageseile eingerichtet, weil sie einen Längenausgleich zwischen den beiden Trageseilen eines Gleises bewirken muss, wenn eines derselben aus irgendwelchen Ursachen unter der Last des Wagens sich mehr längen sollte als das andere. In Abb. 307 ist die hierzu dienende Spannvorrichtung schematisch dargestellt. In Rücksicht auf die geringe Biegefähigkeit

der Trageseile sind die unteren Enden eines Paares derselben durch eine Gallsche Kette verbunden, die über die verschiedenen Rollen der Spannvorrichtung derart geführt ist, wie es die Abb. 308 zeigt. Die Spannung wird durch das 18,5 t schwere Spannungsgewicht *Q* (Abb. 307), das in einem Schacht auf- und niedersteigen kann, in folgender Weise bewirkt: Der Spannhebel *abc* mit seinen drei Rollen *abc* bildet einen zweiarmigen Hebel im Sinne eines Wagebalkens. Bei normaler Spannung liegt der Wagebalken wagerecht; er wird diese Stellung durch selbsttätigen Ausgleich einnehmen, da die drei Rollen auf ihren Achsen drehbar sind. Ist dies geschehen, und wird nun die mittlere Rolle durch eine Sperrung am Drehen verhindert, so muss, wenn sich z. B. das Seil *S*<sub>1</sub> aus irgendeiner die Tragfähigkeit schwächenden Ursache längt, der Wagebalken die Schrägstellung *a*<sub>1</sub>, *b*<sub>1</sub> und das Spannungsgewicht die von *Q*<sub>1</sub> einnehmen; dadurch ist die Spannlast mehr auf das nicht gelängte tragfähigere Seil *S* hinüberschoben. Wenn man annimmt, dass die grössere Längung von *S*<sub>1</sub> die Folge einer aus irgendwelchen Ursachen verminderten Tragfähigkeit ist, so hat durch die Verschiebung des Spannungsgewichtes ein der Tragfähigkeit entsprechender Belastungsausgleich stattgefunden. Es sei hier gleich erwähnt, dass zwischen der mittleren und den beiden äusseren Rollen noch je eine die Kette haltende

Abb. 308.



Aufhängung des Spannungsgewichtes in der unteren Station. Massstab 1 : 40.

Sperrung eingeschaltet ist, welche es beim Bruch eines der beiden Trageseile oder der Kette bewirkt, dass das Spannungsgewicht das andere Trageseil tragfähig spannt, dessen Tragfähigkeit hin-



reichende Sicherheit für die Fortsetzung des Betriebes auf ihm allein bietet.

Die hier beschriebene Art der Befestigung und Spannung der Trageseile ist die Erfindung Feldmanns und ihm patentiert. Sie hat sich während eines mehrmonatigen Betriebes tadellos bewährt. (Schluss folgt.) [11 1908a]

### Die künstliche Zucht der Meeresschwämme.

Die Gewinnung der im Handel vorkommenden Meeresschwämme ist auf einige eng begrenzte Gebiete beschränkt. Die feineren Schwammsorten fischt man hauptsächlich im östlichen Becken des Mittelmeeres, die minder wertvollen Sorten liefern neben den Mittelmeerküsten vor allem noch die westindischen Gewässer. Andererseits ist aber seit geraumer Zeit die Tatsache bekannt, dass die für den Gebrauch in Frage kommenden Hornschwämme sich künstlich kultivieren lassen. Es ist daher erklärlich, dass man sich schon öfters bemüht hat, die Kultur der Schwämme an jenen Küsten einzuführen, an welchen dieselben nicht heimisch sind, oder auch die künstliche Anpflanzung dort zu versuchen, wo infolge der Habgier und des Unverstandes der Fischer eine Erschöpfung der Schwammgründe droht.

Die ersten Unternehmungen dieser Art liegen heute schon weit zurück. Bereits vor mehr als vier Jahrzehnten sind von Oskar Schmidt und Buccich an der Adria bei Triest die ersten Schwammkulturen angelegt worden. In den achtziger und neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts haben sodann der Amerikaner J. Forgaty und nach ihm seine Landsleute Ralph M. Monroe und J. E. Benedict in den Küstengewässern von Florida ähnliche Kulturversuche angestellt. Die praktische Durchführung dieser Experimente hat sich indessen in den meisten Fällen weit schwieriger gestaltet, als man erwarten sollte. Ein dauernder Erfolg ist keiner dieser Unternehmungen beschieden gewesen. Die Anlagen sind vielmehr bald der Böswilligkeit der Menschen, besonders der eine gefährliche Konkurrenz fürchtenden Schwammfischer, zum Opfer gefallen, bald durch schädliche Natureinflüsse vernichtet worden. Es bedarf daher noch fortgesetzter Studien, um über gewisse Anforderungen, welche die Einrichtung und Unterhaltung der Schwammgärten stellen, über etwaige Krankheiten der Schwämme, über ihre etwaigen Feinde aus dem Tierreiche usw. Klarheit zu gewinnen. Auch die wirtschaftliche Seite der Schwammkultur, die Frage, wie hoch der Preis der künstlich gezüchteten Schwämme sich stellen wird, hat bisher noch nicht die genügende Beachtung gefunden.

Erfreulicherweise lässt man aber in den letzten Jahren der Kultur der Meeresschwämme

wieder erhöhte Aufmerksamkeit zu teil werden. So hat das Fischerei-Bureau der Vereinigten Staaten diese Versuche in sein weites Arbeitsprogramm aufgenommen. Mit dem gleichen Problem beschäftigt man sich ferner französischerseits in dem Laboratorium, welches in Sfax (Südtunis) von der Regierung des Protektorates eingerichtet worden ist. Die bisherigen Ergebnisse der in Sfax angestellten Experimente hat vor kurzem der Subdirektor dieser Station, Dr. A. Allemand, in einer Schrift: *Etude de Physiologie appliquée à la Spongiculture sur les côtes de Tunisie* (Tunis 1908, J. Picard), zusammengefasst. Der wesentliche Inhalt dieser Arbeit soll auf Grund eines von Henri de Varigny in der *Revue Maritime* (Paris 1908, Band 177, S. 456—466) erstatteten Referates nachstehend kurz mitgeteilt werden. Die Untersuchungen von Allemand betreffen, wie vorausgeschickt sein mag, nicht den am meisten geschätzten Badeschwamm (*Euspongia officinalis*), sondern den geringer bewerteten Pferdeschwamm (*Hippospongia equina*), der an der Küste von Tunis wie überhaupt im Mittelmeer weit verbreitet ist. Er ist leicht zu erkennen an seiner bedeutenden Grösse, an seiner flach rundlichen, häufig brotlaibähnlichen Form und an den grossen kreisrunden Löchern an seiner Oberfläche. Wegen seines groben, unregelmässigen Gewebes eignet er sich nicht für den Toilettegebrauch, findet vielmehr ausschliesslich in den Pferdeställen und für gewerbliche Zwecke Verwendung.

Was nun die künstliche Zucht der Schwämme betrifft, so besteht das am häufigsten geübte Verfahren darin, dass man einen lebenden Schwamm zerschneidet und die einzelnen Stücke so unterbringt, dass sie auf dem Wege der Regeneration sich zu neuen Schwämmen entwickeln können. Die Sache ist also im Prinzip sehr einfach; weniger leicht ist allerdings, wie schon angedeutet, die industrielle Anwendung des Verfahrens. Wenn nämlich der Schwamm eine ausreichende Regenerativkraft besitzt, so fällt es dafür recht schwer, ihn nach der Loslösung von seinem Standort längere Zeit am Leben zu erhalten, zumal bei erhöhter Temperatur. Sehr ungünstig gestalten sich daher die Verhältnisse besonders dann, wenn ein längerer Transport vom Fundorte bis zur Stelle der künftigen Anpflanzung erforderlich ist.

Aus den Untersuchungen, die Allemand über die Lebensfähigkeit der Schwämme angestellt hat, geht hervor, dass sie, wenn die Erneuerung des Wassers unterlassen wird, nach spätestens vier oder fünf Stunden absterben, während sie bei häufigem Wasserwechsel acht bis zehn Stunden und darüber am Leben bleiben. Zugleich zeigte das Verhalten der Schwämme, dass für die Regeneration nur der Aufenthalt im Meere in Frage kommen kann; in der Ge-



fangenschaft gehen die Schwämme sehr schnell zugrunde. Als die geeignetste Temperatur für das Fischen der Schwämme wurde eine niedrige Temperatur von etwa  $15^{\circ}$  C ermittelt.

Sind nun die Gefahren der Auffischung glücklich überstanden, so wird der Schwamm in kleine prismatische, 2 cm breite und 3 cm hohe Stückchen zerlegt, deren jedes einen Teil der Epidermis des Schwammkörpers enthalten soll. Das Zerschneiden muss mit möglichst scharfen Messern vorgenommen werden, um Beschädigungen, besonders Quetschungen, des Schwammes zu verhüten. Darauf befestigt man die einzelnen Stückchen in einem Gestell und versenkt dieses alsbald ins Meer.

Für diese Apparate die geeignetste Form zu finden, ist nicht so einfach; sind doch an der Ausführung derselben viele der früheren Experimente gescheitert! Allemand verwendete zuerst ein Gestell, welches aus zwei parallelen Holzbrettern bestand, zwischen denen Bambusstäbchen eingesetzt waren. An diesen letzteren wurden die Schwammteile mit Stiften befestigt. Da aber das Holz im Wasser häufig rasch zerstört wird, so wurden auch mit Löchern versehene Gefässe aus Ton, aus Backsteinen oder Terrakotta angefertigt.

Wie beim Fischen, so spielt auch beim Wiedereinbringen der Schwämme ins Meer die Temperatur des Wassers eine wichtige Rolle. Beträgt diese 10 bis  $20^{\circ}$  C, so sind die Resultate sehr gut; bei  $25^{\circ}$  werden sie schon misslich. Ist jedoch die Vernarbung der Schnittflächen, welche im Durchschnitt drei Monate erfordert, erst weiter fortgeschritten, so ist auch der Eintritt höherer Wärmegrade nicht mehr besonders schädlich.

Als günstigste Zeit für die Vornahme der Operation haben sich in Tunis die Monate November und Dezember oder März, April und Mai erwiesen, da man alsdann mit einer gewissen Gleichmässigkeit der Temperatur rechnen kann. Zu erwähnen ist auch, dass das Wachstum der durch Zerstückelung gewonnenen Schwämme sich viel langsamer vollzieht, als es bei den auf natürlichem Wege aus den Larven sich entwickelnden Exemplaren der Fall ist. Bis das Fragment die normale Handelsgrösse erlangt, vergehen etwa vier oder fünf Jahre. Es hat sich ferner gezeigt, dass die von kleinen Schwämmen gewonnenen Stücke zählebiger sind und schneller wachsen als solche, die von alten, grossen Exemplaren herrühren. Um aber überhaupt diese nicht gerade glänzenden Resultate zu erlangen, muss man dafür Sorge tragen, dass die Schwämme nicht der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt sind. Die in der Sonne aufgestellten Apparate zeigten nur ein schlechtes Wachstum der Schwämme; am besten gediehen diese im Schatten oder selbst in nahezu voll-

ständiger Dunkelheit. Man konnte dies übrigens erwarten, da auch die frei lebenden Schwämme sich in Tiefen finden, wo das Licht schon recht schwach ist.

Eine andere Methode, welche für die künstliche Zucht der Schwämme zu Gebote steht, verwertet die geschlechtliche Fortpflanzungsweise derselben. Ihre Anwendung ist, im Gegensatz zu dem vorhin erwähnten Verfahren, erst verhältnismässig spät vorgeschlagen worden, und zwar scheint der erste, der darauf hinwies, der schon genannte Amerikaner Monroe gewesen zu sein. Dieser äusserte sich, übrigens nur ganz kurz, dahin, dass nach den von ihm bei der Zucht der Austern aus der Brut gemachten Erfahrungen eine ähnliche Methode wohl auch für die künstliche Kultur der Meeresschwämme am Platze sein würde.\*)

Was nun die geschlechtliche Vermehrung der Schwämme, insbesondere des Pferdeschwammes, betrifft, so hat man hierüber in Tunis eingehende Beobachtungen gesammelt. Die Bildung der Eier, welche als weisse Kügelchen im Gewebe des Schwammes auftreten, beginnt im Oktober und dauert bis Ende Januar. Wie es scheint, erzeugen aber die Schwämme nicht jedes Jahr die Eier, nach den Angaben von Allemand findet man nur bei etwa zwei Dritteln der erwähnten weissen Kügelchen. Nach der Befruchtung entwickeln sich aus den Eiern die Larven, die in der Zeit von Ende März bis Ende Juni ausschwärmen, bald früher, bald später, je nachdem der Winter mild oder streng war. Der Zusammenhang der weissen Kügelchen mit den Larven geht daraus hervor, dass nur diejenigen Schwämme Larven aussenden, an welchen die Kügelchen sich gezeigt hatten. Die Zahl der Larven, welche ein einziger Schwamm hervorbringt, dürfte sich auf mehrere tausend belaufen. Nach kurzer Wanderung setzen sich die Larven fest und entwickeln sich rasch zu neuen Schwämmen. Der Pferdeschwamm soll, wie die Fischer von Sfax versichern, schon im Laufe eines Jahres die im Handel verlangte Grösse erreichen. Richtiger dürfte es aber sein, hierfür einen Zeitraum von zwei Jahren anzunehmen.

Die Larven von *Hippospongia equina* haben eiförmige Gestalt, sie sind hellgelb oder hellgrau gefärbt und führen regelmässige Schwimmbewegungen aus. Gegen äussere Einflüsse sind sie sehr empfindlich. Sie fliehen in gleicher Weise das grelle Licht wie die völlige Finsternis. Stellt man z. B. ein mit Larven gefülltes Glasgefäss in den hellen Sonnenschein, so flüchten sich die Larven alsbald in die dunkeln Teile des Behälters. Auch die Höhe der Temperatur

\*) Vgl. hierzu *Revue Scientifique* Sér. 5. T. VIII (1907), S. 336.



des Wassers beeinflusst das Wohlbefinden der jungen Organismen. Bei mehr als 18° C verlangsamen sich ihre Bewegungen, ihre Empfindlichkeit gegen das Licht lässt nach, der Körper plattet sich ab, schliesslich fallen sie zu Boden. Von 25° C an sterben sie sehr schnell. Ebensovienig vertragen sie tiefe Temperaturen. Bei 10° werden sie starr, bei 8° beginnen sie einzugehen. Am besten sagt ihnen eine Wärme von etwa 14 bis 17° C zu. Die Höhe der Wassertemperatur regelt übrigens auch die Zeit des Ausschwärmens der Larven. Dieses ist am lebhaftesten in der zweiten Hälfte des Mai. — Ferner sind die Larven gegen die Schwankungen im Salzgehalt des Meerwassers sehr empfindlich. Auch ihr Luftbedürfnis ist beträchtlich; alsbald nach dem Ausschwärmen steigen sie zur Oberfläche des Wassers empor. Dort verbleiben sie, wie die Laboratoriumsbeobachtungen zeigten, gegen fünf Tage, bevor sie sich festsetzen. Wie lange sie im Meere umherschweben, ehe sie sich endgültig verankern, ist allerdings noch nicht bekannt.

In der Gefangenschaft erweisen sich die Larven ungleich ausdauernder und widerstandsfähiger als die Schwämme selbst. Während die letzteren ohne Wasserwechsel schon nach einigen Stunden eingehen, halten sich die Larven 48 Stunden lang, bei häufiger Erneuerung des Wassers bleiben sie drei Tage und darüber am Leben.

Die Zucht der Schwämme nach der zweiten Methode gestaltet sich nun wie folgt: Einige Monate vor der Zeit, da die Larven auszuschwärmen beginnen, verschafft man sich eine Anzahl alter Schwämme, bringt sie, entweder ganz oder in Stückchen zerschnitten, in ähnliche Kästen oder Körbe, wie sie oben beschrieben worden sind, und versenkt sie an passenden Stellen ins Meer. Aus diesen Behältern treten dann die Larven allmählich ins Freie, sinken nieder und setzen sich fest, so dass der Meeresgrund mit Schwämmen gewissermassen besät wird.

Praktische Erfahrungen mit dieser zweiten Methode sind, wie es scheint, allerdings noch nicht gesammelt worden. Es bleibt daher abzuwarten, ob dieser Weg sich als gangbar erweisen wird.

Nach dem heutigen Stand befindet sich also die künstliche Zucht der Meeresschwämme noch immer in den ersten, tastenden Anfängen. Mit der Zeit werden sich aber wohl festere Unterlagen gewinnen lassen, die ein erfolgreiches Vorgehen ermöglichen. Neben den natürlichen Schwammgründen würden dann auch die Schwammgärten und Schwamparks der Schwammzüchter den für die Toilette des Menschen und für die gewerblichen Bedürfnisse so wichtigen Gegenstand liefern.

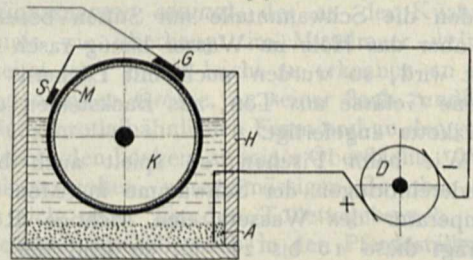
[11278]

## Elektrolytisches Verfahren zur Herstellung von eisernen Röhren und Blechen.

Mit einer Abbildung.

Seit einer Reihe von Jahren schon werden Röhren und Bleche aus Kupfer nach dem Elmore-Verfahren auf elektrolytischem Wege hergestellt, und zwar in den drei Werken der Elmore-Metall-Gesellschaft, in Schladern an der Sieg, in Leeds in England und bei Le Havre in Frankreich. Das Verfahren beruht darauf, dass auf einem rotierenden Metallhorn, der mit dem negativen Pol einer Stromquelle verbunden ist, der also die Kathode bildet, eine Kupferschicht niedergeschlagen wird, die nach Erreichung der erforderlichen Dicke als nahtloses Rohr vom Horn abgezogen werden kann. Die Einrichtung ist in der beistehenden Abbildung schematisch veranschaulicht. In einem rechteckigen, gut verdichteten Holzbottich *H* von bis

Abb. 309.



Schematische Darstellung der Einrichtung zur Erzeugung von Röhren und Blechen aus Kupfer und Eisen auf elektrolytischem Wege.

7 m Länge läuft in Glaslagern der als Kathode dienende Metallhorn *K*, der durch den Schleifkontakt *S* mit dem negativen Pol der Dynamomaschine *D* in Verbindung steht. Wenige Zentimeter unterhalb der Kathode liegt im Bottich die Anode *A*, die aus gekörntem Kupfer besteht und mit der positiven Klemme von *D* verbunden ist. Als Elektrolyt dient eine Kupferlösung. Unter der Einwirkung des Stromes geht das Anoden-Kupfer in Lösung und schlägt sich in gleichmässiger, feiner Schicht auf dem Metallhorn *K* nieder; ein durch Federn angelegter, langsam hin und her gehender Glättapparat *G*, aus Achat, verhindert die Bildung von unregelmässigen Stellen in der Kupferschicht, so dass ein dichtes, porenfreies Material erzielt wird. Hat die Kupferschicht die gewünschte Dicke erreicht, was bei grösseren Stücken oft wochen- und monatelang dauert, so wird die vorher auf den Dorn aufgebrachte, dünne Schicht einer leicht schmelzenden Metallegierung *M* im Dampfbade herausgeschmolzen, und das Rohr lässt sich leicht abziehen. Nach diesem Verfahren werden z. B. in Schladern Röhre von 50 bis 1600 mm Durchmesser und 6000 mm Länge



hergestellt, die sich durch ein sehr reines, homogenes, porenfreies Material von hoher Festigkeit auszeichnen. Zur Erzeugung von Kupferblechen werden die elektrolytisch hergestellten Rohre der Länge nach aufgeschnitten und gerade gewalzt. Nach dem gleichen Verfahren werden auch vielfach Kalandervalzen für die Textil- und Papierindustrie mit einem haltbaren Kupferüberzuge versehen, indem man einen Kupferniederschlag direkt auf der als Kathode dienenden Eisenwalze erzeugt.

Die Versuche, in ähnlicher Weise Röhren und Bleche aus Eisen herzustellen, sind verhältnismässig alt. Schon 1846 stellte Bockbushman kleinere Eisenplatten auf elektrolytischem Wege her, und auf der Pariser Weltausstellung des Jahres 1857 zeigte Feuquières Proben von elektrolytisch dargestelltem Eisen. Herstellungspreis und Qualität des Materials ermutigten aber nicht zur weiteren Ausbildung des Verfahrens. Sherard Cowper-Coles, der bekannte englische Metallurg, begann im Jahre 1898 mit Versuchen zur elektrolytischen Eisendarstellung, und im Jahre 1900 gelang ihm auch die Herstellung kleinerer Röhren. Er setzte seine Versuche fort und konnte in der diesjährigen Jahresversammlung des Iron and Steel Institute berichten, dass er die elektrolytische Gewinnung von Eisen und Stahl soweit vervollkommen habe, dass sie praktisch anwendbar erscheine. Das Verfahren von Cowper-Coles gleicht dem oben kurz skizzierten Elmore-Verfahren. Als Anode dienen zerkleinertes Roheisen, Eisenabfälle oder fein verteiltes Eisenerz, als Elektrolyt kommen verschiedene saure Lösungen zur Anwendung. Die Anordnung der Kathode, eines Dornes mit Überzug von leicht schmelzbarem Metall, ist die gleiche wie in Abb. 309, doch kommen zur Herstellung von Blechen, die nicht durch Aufschneiden von Röhren, sondern direkt erzeugt werden, auch feststehende Kathoden von entsprechender Form zur Anwendung.

Nach dem Cowper-Coles-Verfahren sind schon Bleche von 7,3 m Länge und 2,1 m Breite und entsprechend grosse Röhren hergestellt worden. Das erzielte Elektrolyteisen ist fast chemisch rein, die nachweisbaren Verunreinigungen sind ganz gering. Von besonderem Einflusse auf die Qualität des elektrolytisch dargestellten Eisens ist sein Gehalt an Wasserstoff. Wasserstoffarmes Eisen ist weicher, wasserstoffreiches härter und sehr widerstandsfähig gegen Säuren. Nach Cowper-Coles' Angaben betragen die Herstellungskosten des nach seinem Verfahren elektrolytisch dargestellten Eisens nur etwa 105 Mark pro Tonne; das kann für fertige Bleche und Röhren aus Qualitätseisen — und als ein solches dürfte das Elektrolyteisen wohl anzusprechen sein — als recht niedrig bezeichnet werden, so dass man auf die weitere Ent-

wicklung des Verfahrens gespannt sein darf; besonders für Gegenden mit viel Eisenerzen, grossen Wasserkraften und geringem oder gar keinem Kohlenvorkommen kann es grosse Umwälzungen bringen. O. B. [11 289]

## RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

Der Kreislauf des Wassers in der Natur stellt einen jener vielen, interessanten Vorgänge im Walten der Natur dar, mit denen uns bereits die Schule bekannt macht. Der Schüler erfährt, wie die Wasserflächen der Erde, insbesondere die grossen Ozeane, fortlaufend grosse Mengen verdunsteten Wassers in die höheren Luftregionen entsenden, wie diese Wasserdämpfe Wolken bilden und bei genügender Abkühlung wieder, zu Wasser verdichtet, als Regen, Schnee oder Hagel auf die Erde, von der sie gekommen sind, niederfallen. Während ein Teil direkt wieder ins Meer zurückfällt, sickert ein anderer Teil in die Erde, sammelt sich hier, um als Bach wieder ans Tageslicht zu treten und, zu grösseren Flüssen und Strömen vereint, den Meeren wieder zuzufliessen. Wenn wir diesen, allen gebildeten Menschen bekannten, Kreislauf des Wassers hier erwähnen, so geschieht es, um einen ähnlichen Kreislauf des Wassers zu beleuchten, der sich in kleinerem Massstabe gleichfalls tagtäglich in der Technik abspielt. Wir haben dabei den Kreislauf des Wassers in den Maschinenanlagen von Seedampfschiffen im Auge. Einige Betrachtungen sollen diesen Vorgang, der nicht so bekannt, dennoch aber nicht weniger interessant sein dürfte, näher erläutern.

Eine einfache Dampfmaschinenanlage arbeitet in der Weise, dass in einem Dampfkessel Wasserdampf von einer bestimmten Spannung erzeugt wird; der Dampf wird durch ein Rohr in die Dampfmaschine geleitet, verrichtet hier Arbeit, indem er den Kolben der Maschine bewegt, und entweicht sodann in die Atmosphäre. Derartige Maschinen arbeiten mit „Auspuff“, man nennt sie daher Auspuffmaschinen.

Da die ältesten Dampfmaschinen mit niedriggespanntem Dampf, etwa von 1 bis 2 Atm. Überdruck, arbeiteten, also mit einer Spannung, die den Luftdruck (= 1 Atm.) nur wenig übertraf, verband man den Auspuff der Maschine mit einem luftverdünnten, um nicht zu sagen luftleeren, Raum. Kein Geringerer, als James Watt war es, der diese Einrichtung, den vom Dampfzylinder getrennten Kondensator, erfand. In dem Kondensator, der die Ergänzung jeder rationellen Maschinenanlage bildet, wird der aus dem Zylinder der Dampfmaschine austretende Dampf durch Abkühlung niedergeschlagen. Entsprechend dem im Kondensator vorhandenen niedrigen Druck, der theoretisch — d. h. wenn die Erzeugung einer absoluten Luftleere hier praktisch möglich wäre — gleich Null sein müsste, ist natürlich auch der Gegendruck, gegen welchen der Kolben zu arbeiten hat, geringer als bei einer Auspuffmaschine. Der Gegendruck hinter dem Kolben einer Kondensationsmaschine wird auf ein Möglichstes reduziert, nahezu aufgehoben, und der Druck des vor dem Kolben arbeitenden frischen Dampfes desto mehr zur Geltung gebracht. Die Kondensationsmaschine arbeitet also vollkommener und damit auch wirtschaftlicher als die Auspuffmaschine.



Bei stationären Kondensationsanlagen wird das Niederschlagen des Dampfes in der Weise bewirkt, dass derselbe in ein, meistens in einem Turme befindliches, Röhrensystem geleitet und in letzterem durch Überrieseln mit kaltem Wasser ständig abgekühlt und dadurch wieder zu Wasser verwandelt wird. Da das Kondenswasser zur Speisung der Kessel benutzt werden kann, eine Massnahme, die namentlich dort, wo nicht reichlich Wasser vorhanden ist, Anwendung findet, kann in diesem Falle also schon von einem Kreislauf des Wassers gesprochen werden. Während bei einer solchen Landanlage jedoch diese Anordnung nicht unbedingt erforderlich ist, ist sie bei Maschinenanlagen von Seeschiffen ohne weiteres gegeben, so dass das Wasser den Kreislauf Kessel—Maschine—Kondensator unbedingt einzuhalten hat.

Es ist dies schon aus dem Grunde notwendig, weil auf See Süsswasser, mit dem heute die Schiffskessel ausnahmslos gespeist werden müssen, ein kostbares Gut ist, bei dem jeder Verlust nur schwer und unter Aufwendung hoher Kosten zu ersetzen ist und der vollständige Verlust des Abdampfes durch den Auspuff in die Atmosphäre daher auf jeden Fall vermieden werden muss.

Die früheren Schiffskessel mit niedrigen Dampfspannungen konnten noch mit Seewasser gespeist werden. Der in der Maschine verbrauchte Dampf wurde in sogenannten Einspritzkondensatoren, d. h. durch Einspritzen von Seewasser, niedergeschlagen. Da man zur Kondensation von 1 kg Dampf etwa 20 bis 30 kg Seewasser braucht, so verteilte sich also 1 kg Süsswasser, das man aus dem Dampf gewann, auf mindestens 20 kg Seewasser. Das Produkt bildete somit ein Gemisch von süßem Kondens- und salzigem Einspritzwasser, es war also „brackig“.

Die Salze, welche das Seewasser enthält (in den Ozeanen etwa 3,3 bis 3,5%), schlagen sich beim Verdampfen im Kessel teilweise nieder und überziehen die inneren Wandungen desselben mit dem bekannten Kesselstein. Da dieser aber ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so genügt schon ein gleichmässiger Überzug von einigen Millimetern, um den Kohlenverbrauch des Kessels ganz bedeutend zu steigern. Andererseits liegt auch die Gefahr der Kesselexplosion recht nahe, da die Kesselsteinschicht sich an einzelnen Stellen so verstärkt, dass sie die Kesselbleche dem kühlenden Einfluss des Kesselwassers ganz entzieht, sie zum Erglühen bringt und so Einbeulungen und Risse bewirkt oder gar Kesselexplosionen hervorruft.

Da von den im Meerwasser gelösten Stoffen die kohlen- und schwefelsauren Kalksalze, die etwa 0,2% des ersteren ausmachen, die schwerstlöslichen und daher die gefährlicheren sind, da ferner das im Meerwasser befindliche Chlormagnesium schon bei einer Temperatur von 144° sich unter Bildung der das Eisen des Kessels angreifenden Salzsäure zersetzt, so war man gezwungen, unter dieser Temperatur zu bleiben. Deshalb durfte man aber auch nicht über den dieser Temperatur entsprechenden Dampfdruck, etwa 2 Atmosphären Überdruck (= 135° C Temperatur), hinausgehen, d. h. man war genötigt, Niederdruck-Kessel und -Maschinen zu halten. Damit nicht genug, durfte man aber auch den Prozentsatz der im Kesselwasser gelösten Bestandteile nicht über eine bestimmte Höhe steigen lassen, weil sich das im Seewasser enthaltene Kochsalz bei einer Temperatur von 135° C schon in grösseren Mengen ausscheidet, wenn 100 kg Kesselwasser 12 kg solcher

gelösten Stoffe enthalten. Man war deshalb gezwungen, von dem zugespeisten Wasser etwa  $\frac{1}{8}$  wieder auszublasen, und entzog so, da das zugespeiste Wasser sofort die Temperatur des Kesselwassers annimmt, dem Kessel nutzlos eine gewisse Wärmemenge, was auf den Kohlenverbrauch ungünstig einwirkte.

Diese Übelstände wurden bei Einführung der Oberflächenkondensatoren behoben, da man bei deren Benutzung jetzt reines, d. h. süßes Speisewasser für die Kessel zur Verfügung hatte. Der Kohlenverbrauch verminderte sich gegenüber den mit Einspritzkondensatoren ausgerüsteten Dampfschiffen um etwa 15 bis 20%. Man war jetzt aber auch in der Lage, Dampf von Temperaturen über 144° C verwenden zu dürfen, man konnte zu Hochdruck-Kesseln und -Maschinen übergehen.

Gegenüber dem Verfahren bei den Einspritzkondensatoren gelangt in den Oberflächenkondensatoren das zum Niederschlagen des Dampfes benutzte Seewasser mit diesem gar nicht in Berührung. Der Oberflächenkondensator besteht aus einem Behälter mit einem Rohrsystem. Die messingenen Rohre des letzteren haben meistens 17 bis 22 mm äusseren Durchmesser und 0,75 bis 1,5 mm Wandstärke; sie sind mit ihren beiden Enden in Rohrwänden eingedichtet. Das Kühlwasser wird mittels einer Zentrifugalpumpe durch die Rohre gedrückt, während der Abdampf der Maschine die Rohre umgibt. Das durch den Niederschlag des Dampfes gewonnene Wasser wird somit durch das Kühlwasser in keiner Weise verunreinigt.

Der Betrieb von Hochdruck-Dampfschiffsmaschinen, wie sie heute durchweg Anwendung finden, gestaltet sich nun folgendermassen. Bei der Ausrüstung des Schiffes für die Fahrt wird der Kessel bis zur normalen Höhe mit Süsswasser gefüllt. Nachdem der Kessel geheizt und die entsprechende Dampfspannung erreicht ist, strömt beim Ingangsetzen der Maschine der erzeugte Dampf in die letztere. Sobald er in den Zylindern seine Arbeit zur Fortbewegung des Schiffes geleistet hat, entweicht er in den Kondensator. Das ständig durch die Rohre gedrückte Kühlwasser bewirkt die Kondensation des die Rohre umspülenden Abdampfes. Um das Kondensat zu entfernen und ein möglichst günstiges Vakuum zu erzielen, saugt eine Luftpumpe sowohl Wasser wie etwa eingedrungene Luft aus dem Kondensator und drückt das Wasser in einen Behälter. In diesem hat das Wasser ein Filter, meistens aus Schwämmen und Koks bestehend, zu passieren, um von dem ihm anhaftenden Öl und Fett, das von der Schmierung der Maschine herrührt, gereinigt zu werden. Jetzt entnehmen die Kesselspeisepumpen aus der für das gereinigte Wasser vorgesehenen Abteilung des Behälters ihren Wasserbedarf, um das in dem Kessel verdampfte Wasser zu ersetzen und den Wasserstand im Kessel auf seiner normalen Höhe zu erhalten.

So zirkuliert ständig das zum Betrieb der Maschine und der Hilfsmaschinen erforderliche Wasser in der Anlage, und es wäre eine Zuführung von Wasser nicht nötig, wenn nicht verschiedene Verluste auftreten würden. Diese lassen sich aber beim praktischen Betrieb nicht vermeiden. Schon beim Abblasen der Kesselsicherheitsventile geht Dampf und somit Wasser verloren. Dasselbe geschieht beim Öffnen der an den Kesseln zur Prüfung des Kesselinhaltes vorgesehenen Proberöhre und der Wasserstandsvorrichtungen. Andere Verluste treten an den undichten Stellen der Rohrleitung, der Maschine, durch die Sicherheits- und Ausblaseventile der Maschine und in sonstiger Weise auf. Nach Mög-



lichkeit sucht man natürlich diese Verluste auf ein Geringes zu beschränken. Immerhin wird der Wasservorrat in der Maschinenanlage allmählich geringer, und man sieht sich daher gezwungen, denselben durch Zusatz von Speisewasser wieder zu ergänzen.

Anfangs nahm man das Zusatzwasser aus der See, und hierbei war das Ausblasen des Kessels noch ab und zu erforderlich. Dieser Seewasserzusatz war aber aus den vorhin angeführten Gründen für Hochdruckkessel nicht zweckmässig und für Wasserrohrkessel von vornherein ausgeschlossen. Es musste also für süßes Zusatzwasser gesorgt werden.

Ein gewisses Quantum desselben kann man in grossen Behältern mitführen, zu welchem Zweck meistens Zellen des Doppelbodens benutzt werden, die durch Rohre mit dem Rohrsystem der Maschinenanlage verbunden sind. Am einfachsten erfolgt die Zuführung durch den Kondensator. Ist dieser durch ein abschliessbares Rohr mit den Speisewasserzellen des Doppelbodens verbunden, so genügt es, den Abschlussbahn am Kondensator zu öffnen, und das im letzteren vorhandene Vakuum saugt selbsttätig das Wasser aus den Zellen an.

Bei längeren Reisen sieht man sich jedoch gezwungen, da das mitgeführte Wasser nicht ausreicht, solches durch Destillation aus dem Meerwasser herzustellen. Hier treten die mannigfachen Destillierapparate in Tätigkeit, die neben der Erzeugung des Kesselspeisewassers auch noch zur Herstellung des Wasch- und Badewassers, sowie des Trinkwassers dienen. Für Kesselspeisewecke wird der in den Destillierapparaten aus dem Meerwasser erzeugte Dampf in den Hauptkondensator geleitet und hier niedergeschlagen. Für die Bereitung des Wasch- und Badewassers ist ein besonderer Kondensator vorgesehen, um eine Verfettung dieses Wassers im Hauptkondensator zu verhüten. Das Trinkwasser hat endlich neben diesem besonderen Kondensator noch ein Filter zwecks vollständiger Reinigung zu passieren.

Abgesehen von der Bereitung dieser letztgenannten, für den allgemeinen Schiffgebrauch dienenden Arten Wasser, haben also die Destillierapparate für die Maschinenanlage nur den Zweck, Kessel-Zusatzwasser, das durch Verluste beim Betrieb notwendig geworden ist, zu erzeugen. Wäre der geschilderte Kreislauf des Wassers in der Maschinenanlage nicht vorhanden, so wäre die Erzeugung ungeheurer Quantitäten von Kesselspeisewasser mittels dieses verhältnismässig teuren Verfahrens erforderlich, und der Betrieb von Schiffsmaschinenanlagen in den heutigen Ausführungen wäre gar nicht möglich.

KARL RADUNZ. [11316]

## NOTIZEN.

Über den Einfluss der Schraubenarbeit auf die Vibrationen des Schiffskörpers. Es sind in der Hauptsache drei Arten von Kräften, welche einen in Fahrt befindlichen Schiffskörper erschüttern und dadurch in dem verhältnismässig elastischen Bau die besonders von den Passagieren unserer Ozeandampfer so unangenehm empfundenen Vibrationen verursachen: die Stösse der Wellen gegen die Schiffswände, das Schlagen der fortwährend hin und her gehenden, unvollkommen ausgeglichenen Maschinengewichte und die Ungleichförmigkeit in der Arbeit der Schiffsschrauben. Die durch Wellenstösse verursachten Vibrationen sind unbedeutend, sie treten nur bei schwerem Seegang in stärkerem Masse

auf, und auch dann machen sie sich weniger unangenehm bemerkbar, weil nach jeder Erschütterung eine gewisse Zeit vergeht, ehe wieder eine See so stark gegen das Schiff schlägt, dass dieses in allen seinen Teilen erschüttert wird. Viel stärker und viel unangenehmer sind die Vibrationen, welche durch die hin und her gehenden Massen der Schiffsmaschinen (Kolbenmaschinen) verursacht werden, da sie während der ganzen Fahrt eines Schiffes unaufhörlich und mit der gleichen Heftigkeit auftreten. Mit der Einführung der Dampfturbine, deren bewegliche Teile vollkommen ausbalanciert sind, hörten naturgemäss diese Vibrationen vollständig auf, und man kam ziemlich allgemein zu der Ansicht, dass auf Turbinenschiffen, abgesehen von den Erschütterungen durch den Seegang, die Vibrationen des Schiffskörpers überhaupt aufhören würden. Dabei hatte man aber die durch den Gang der Schiffsschrauben verursachten Erschütterungen ausser acht gelassen, die mit unverminderter Heftigkeit sich auch auf Turbinenschiffen bemerkbar machen. Die sich drehenden Schiffsschrauben üben nämlich, im Gegensatz zu der landläufigen Annahme, keinen dauernd gleichbleibenden Schub auf den Schiffskörper in der Richtung seiner Achse aus. Theoretisch müssten die sich durchaus gleichmässig drehenden Schrauben das allerdings tun, aber auch nur dann, wenn sie in ruhigem Wasser arbeiten. Diese Bedingung wird aber in der Praxis nie erfüllt; das Wasser, in welchem die Schrauben sich drehen, ist stets sehr bewegt, und zwar sehr ungleich bewegt, denn hinter dem Schiffe entstehen bekanntlich, infolge der Bewegung des Schiffskörpers durch das Wasser, Strömungen und Wirbelungen von verschiedener Geschwindigkeit und Richtung. Diese Wasserbewegung ist am stärksten in nächster Nähe des Schiffskörpers, und sie nimmt mit der Entfernung von diesem schnell ab, so dass wenige Meter von der Schiffswand entfernt schon ruhiges Wasser ist. Bei den grossen Abmessungen der Schiffsschrauben unserer Ozeandampfer müssen nun die Flügel der Schrauben auf einem Teil ihres Weges auf ruhiges, auf einem anderen Teile auf mehr oder weniger bewegtes, und zwar in der Hauptsache der Fahrtrichtung entgegen bewegtes Wasser stossen: bei jeder Umdrehung trifft jeder Flügel einmal in ruhiges, leicht zu durchschneidendes, und einmal in bewegtes, schwerer zu durchschneidendes, Wasser. Beim Auftreffen auf das bewegte — man könnte sagen härtere — Wasser erleidet nun naturgemäss der Schraubenflügel einen Stoss, der sich durch die Schraubenwelle und ihre Lagerungen auf den ganzen Schiffskörper überträgt und die regelmässig wiederkehrenden Vibrationen verursacht. Die Richtigkeit dieser Theorie vorausgesetzt, müssten also z. B. bei der *Lusitania*, einem Turbinenschiffe mit dreiflügeligen Schrauben, die drei Umdrehungen in der Sekunde machen, neun Erschütterungen in der Sekunde auftreten, weil jeder Schraubenflügel dreimal in der Sekunde einen Stoss erleidet. Diesbezügliche Messungen auf der *Lusitania* haben tatsächlich neun Erschütterungen ergeben, was die Richtigkeit der oben skizzierten — auch ohnedies recht wahrscheinlich klingenden — Theorie beweisen dürfte. Trotz der Dampfturbine werden also die Vibrationen des Schiffskörpers nicht aufhören, solange die Schraube als Schiffspropeller benutzt wird, wenn auch auf Turbinenschiffen die durch bewegte Massen der Kolbenmaschinen verursachten Vibrationen fortfallen. (*Die Turbine.*) O. B. [11299]



Ein zweiköpfiges Hühnchen. (Mit zwei Abbildungen.) Im Juni 1907 gelangte das hier abgebildete, durch unvorsichtiges Zerschlagen eines bebrüteten Eies frühzeitig geborene, aber lebensfähige Hühnchen in meinen Besitz. Es hat zwei vollständig ausgebildete Schnäbel (Oberschnabel verkürzt). Das an der Vereinigungsstelle



der beiden Köpfe stehende grosse Auge *a* ist jedenfalls aus der Vereinigung der innern Augen der beiden Köpfe hervorgegangen. *f* bezeichnet den Flügel. Der Rasse nach ist es (nach den mir gemachten Mitteilungen des Besitzers) das gewöhnliche deutsche Legehuhn.

H. SCHMIDT. [11 245]

## BÜCHERSCHAU.

### Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaktion vor.)

Hausbrand, E., Kgl. Baurat. *Verdampfen, Kondensieren und Kühlen*. Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Mit 36 Figuren im Text und 74 Tabellen. 4., vermehrte Auflage. 8°. (XX, 426 S.) Berlin, Julius Springer. Preis geb. 10 M.

Herrmann, J., a. o. Prof. der Elektrotechnik a. d. K. Techn. Hochschule Stuttgart. *Elektrotechnik*. Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik. Zweiter Teil: Die Gleichstromtechnik. Kurze Beschreibung der Gleichstromerzeuger, der Gleichstrommotoren und der Akkumulatoren. Mit 103 Figuren im Text und 16 Tafeln mit 72 Abbildungen. 2., umgearbeitete Auflage. (Sammlung Götschen No. 197.) kl. 8°. (111 S.) Leipzig, G. J. Götschen'sche Verlagshandlung. Preis geb. —,80 M.

Hertwig, Oscar, Direktor des anatom.-biolog. Instituts der Berliner Universität. *Die Entwicklung der Biologie im neunzehnten Jahrhundert*. Vortrag, auf der Versammlung deutscher Naturforscher zu Aachen am 17. September 1900 gehalten. 2., erweiterte Auflage, mit einem Zusatz: Über den gegenwärtigen Stand des Darwinismus. gr. 8°. (46 S.) Jena, Gustav Fischer. Preis geb. 1 M.

Hertwig, Oscar, Direktor des anatom.-biolog. Instituts der Berliner Universität. *Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre*. gr. 8°. (IV, 122 S.) Jena, Gustav Fischer. Preis geb. 3 M.

Junge, Dr. Franz Erich, beratender Ingenieur, New York. *Die rationelle Auswertung der Kohlen* als Grundlage für die Entwicklung der nationalen Industrie. Mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, England und Deutschland. Mit 10 graphischen Darstellungen. gr. 8°. (IV, 91 S.) Berlin, Julius Springer. Preis geb. 3 M.

Krogh, Chr. von, Hauptmann a. D. *In die Lüfte empor!* Entwicklung und Technik der Luftschiffahrt. Mit zahlreichen Abbildungen. 5. Tausend. 8°. (VIII, 110 S.) Charlottenburg, Schiller-Buchhandlung. Preis geb. 1 M., geb. 2 M.

Krupp, A. *Die Legierungen*. Handbuch für Praktiker. 3., erweiterte, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 30 Abbildungen. (Chemisch-technische Bibliothek, Bd. 52.) 8°. (VIII, 448 S.) Wien, A. Hartlebens Verlag. Preis geb. 5 M., geb. 5,80 M.

Külpe, Oswald. *Immanuel Kant*. Darstellung und Würdigung. Mit einem Bildnisse Kants. 2., verbesserte Auflage. (Aus Natur und Geisteswelt, 146. Bdchn.) kl. 8°. (VIII, 163 S.) Leipzig, B. G. Teubner. Preis geb. 1,25 M.

Liébert, G. A. *La Photographie au Charbon* par transferts et ses applications. Contenant la description détaillée de toutes les opérations, avec plusieurs illustrations dans le texte et une épreuve au charbon hors texte. Préface par A. Liébert. (Bibliothèque photographique. La photographie par les procédés pigmentaires.) gr. 8°. (VIII, 283 S.) Paris, Gauthier-Villars. Preis 7,20 M.

## POST.

An den Herausgeber des *Prometheus*.

In Nr. 1012 vom 17. März cr. Ihrer geschätzten Zeitschrift befindet sich auf Seite 372 ein Aufsatz: *Wo könnte gespart werden*, von Herrn Ingenieur Ottomar Kayser, Kiel.

Ich bitte ergebenst, in Ihrer Zeitschrift die Mitteilung zu veröffentlichen, dass ich der Abfassung dieses Artikels vollständig fern gestanden habe und dass mir der Artikel erst nach seiner Drucklegung zu Gesicht gekommen ist.

Es wird nämlich in dem Aufsatz mitgeteilt, dass ich die Regenerativkoksöfen (nicht Generativkoksöfen, wie es bei Ihnen heisst) erfunden hätte. Dieses ist natürlich nicht der Fall. Wie aus jedem Konversations-Lexikon zu ersehen ist, hat man Regenerativkoksöfen schon vor 20 bis 30 Jahren gebaut. Wohl aber habe ich die Regenerativöfen nach meinem Dafürhalten wesentlich verbessert.

Hochachtungsvoll!

Essen-Ruhr, 7. April 1909.

HEINRICH KOPPERS.

[11 313]