

# PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE  
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON DR. A. J. KIESER \* VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1376

Jahrgang XXVII. 24

11. III. 1916

**Inhalt:** Die Gasturbine. Von OTTO DEBATIN, Stuttgart. — Eine neue Schiene für Werkstattengleise. Von Oberingenieur O. BECHSTEIN. Mit dreizehn Abbildungen. — Die Spiele der Tiere. Von Dr. W. SCHMIDT, Jena. — Ohne Schornstein — das „Schwabachsche System“. Von Dr. E. O. RASSER. — Rundschau: Die Wahrnehmung der Atome. Von Dr. phil. O. DAMM, Charlottenburg. Mit vier Abbildungen. — Notizen: Die Prüfstelle für Ersatzglieder in Charlottenburg. — Selen zur Glasfärbung. — Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen. — Eine eigenartige Treibschlacke in der Nordsee. — Canopus.

## Die Gasturbine.

Von OTTO DEBATIN, Stuttgart.

Der Übelstand der umständlichen hin- und hergehenden Bewegung eines Kolbens im Zylinder der alten Kolbendampfmaschine wie auch der modernen Gasmotoren und Ölmotoren ist und bleibt für unsere Techniker ein Stein des Anstoßes. Die äußerst günstigen Erfahrungen, die man mit dem umlaufenden Kraftaufnehmer der Wasserturbine machte, haben deshalb schon vor Jahren die Konstrukteure auf den Gedanken gebracht, das Prinzip der Turbine auch für die Kraft des hochgespannten Wasserdampfes anzuwenden. Daraus resultierte die bekannte Dampfturbine, bei der die Energie des ausströmenden Dampfes ebenfalls unmittelbar auf zahlreiche mit einer Welle starr verbundene Schaufelräder wirkt. Die Dampfturbine vermochte zwar nicht den thermischen Wirkungsgrad der alten Kolbendampfmaschine, noch weniger den der Gasmotoren und Ölmotoren zu überbieten, aber die außerordentlichen Vorteile ihrer einfachen Bauart und die schon daraus sich ergebende wirtschaftliche Überlegenheit, unter Umständen selbst gegenüber der Dieselmotoren, zeitigten bald das Bestreben, den thermischen Wirkungsgrad, d. h. den hohen Grad der Wärmeausnutzung der Gas- und Ölmaschinen mit der ungleich vorteilhafteren Bauart der Turbine zu vereinigen.

Und in der Tat wäre eine mit Gas betriebene Turbine in noch höherem Maße als die Schwester-turbine im Gebiet des Dampfes das Ideal einer Wärmekraftmaschine. Sie würde eine Maschine darstellen, einerseits von der einfachen, billigen Bauart der Turbine, ohne komplizierte Steuermechanismen und anspruchsvolle Wartung, auch ohne die umständliche Kesselanlage, dagegen mit dem ruhigen gleichmäßigen Gang und der hohen Umdrehungszahl der kreisenden

Maschinen, andererseits besäße eine solche Turbine auch den großen Vorteil der Gasmotoren und Ölmotoren, nämlich den der unmittelbaren Ausnutzung der Wärmeenergie des Brennstoffes.

Grundgedanke und Arbeitsvorgang einer Gasturbine sind sehr einfach. Eine bestimmte Menge einer brennbaren Ladung, bestehend aus einem Gemisch von Luft und Gas oder feinerstäubtem Öl, wird in einer Verbrennungskammer verpufft. Die durch die Verpuffung hochgespannten Gase werden unter starker Expansion durch eine Düse auf das Laufrad einer Turbine geleitet, auf das sie als Gasstrahl mit außerordentlich hoher Geschwindigkeit (bis 1300 Meter in der Sekunde) auftreffen, und wo ihre Energie in Arbeit umgesetzt wird. Trotz dieser scheinbaren Einfachheit des Prinzips sind bei praktischer Ausführung mancherlei große Schwierigkeiten technischer und wirtschaftlicher Art zu überwinden, die einer befriedigenden Lösung des Problems der Gasturbine bis jetzt noch im Wege sind.

An Nachteilen und Mängeln krankt auch die einzige nennenswerte, baulich gut durchgeführte Betriebsgasturbine des deutschen Ingenieurs Holzwarth\*), die nach den Angaben des Erfinders bei Brown, Boveri & Cie., Baden-Mannheim, ausgeführt worden ist. Immerhin berechtigen ihre Betriebsergebnisse zu mancherlei Hoffnungen auf spätere Brauchbarkeit. Rom ist auch nicht an einem Tage erbaut, und auch die ersten Ausführungen anderer Maschinengattungen waren weit entfernt von dem Ideal ihrer Konstrukteure. Holzwarth ordnet im Kreise zehn Verpuffungskammern an, deren jede in eine Düse ausmündet. Bei geschlossenem Düsenventil wird aus einem Kompressor Gas oder ein Gas-Luft-Gemisch von etwa

\*) H. Holzwarth, *Die Gasturbine*. München, Oldenbourg. 6,50 M.



1,3—1,8 Atm.-Druck in die erste Kammer eingepreßt, worauf durch elektrischen Funken Verpuffung bewirkt wird. Die hochgespannten Verbrennungsgase schlagen jetzt das Düsenventil auf und wirken während eines ganz geringen Bruchteils einer Sekunde mit ihrem hohen Druck auf die Turbinenschaufeln, d. h. sie geben ihre Energie an diese ab. Nach Entweichen der Gase durch ein Auspuffrohr wird, sobald der Gegendruck erreicht ist, mit Hilfe eines Ventilators (Exhaustors) kalte Spülluft in die Verpuffungskammer geleitet, die den Verbrennungsrest ausfegt und die Kammertemperatur auf etwa  $400^{\circ}\text{C}$  herabsetzt. Nach dieser Abkühlung erfolgt ein neues Abschließen und Laden der Kammer, worauf sich die Verpuffung wiederholt. Dieser Arbeitsvorgang spielt sich in den zehn kreisförmig angeordneten Kammern nacheinander rasch in bestimmtem Rhythmus ab, so daß dem Turbinenrad ein ziemlich kontinuierlicher Kraftimpuls mitgeteilt wird, der die Maschine dauernd in gleichmäßigem Betrieb erhält.

Eine Besonderheit der Gasturbine Holzwarth bildet die Lösung der Temperaturfrage, einer Hauptschwierigkeit der neuen Maschinengattung. Denn die Beherrschung der auftretenden hohen Temperaturen (bis etwa  $2000^{\circ}\text{C}$ ) ist bis jetzt noch nicht restlos gelungen. Die Früh- und Vorzündungen an den hochoberhitzten inneren Wandflächen haben auch Holzwarth viel mühevollen Kampf gekostet. Holzwarth will jede Kühlung durch Wassermantel oder durch unmittelbare Wassereinspritzung umgehen, da eine künstliche Kühlung durch Wasser bei Düsen und Turbinenschaufeln fast unüberwindliche Schwierigkeiten in sich birgt. Holzwarth glaubt, die hohe Temperatur der Verpuffungskammerwände und der Turbinenschaufeln lediglich durch die erwähnte Kaltluftspülung auf dem praktisch erforderlichen Betrag von etwa  $400^{\circ}\text{C}$  halten zu können. Es gelingt ihm auch, solange die Belastung der Turbine gering ist, d. h. nur 10—15% beträgt. Welcher Temperaturbeanspruchung aber die Kammern, Düsen und Schaufeln bei voller Leistung der Maschine ausgesetzt sind, konnte durch Versuche noch nicht ermittelt werden. Wenn die tatsächlichen Leistungen der Holzwarthschen Gasturbine nur Bruchteile der von ihrem Konstrukteur theoretisch vorberechneten Werte betragen, so hängt dieser Widerspruch eng mit der nicht fehlerfreien Lösung der Kühlungsfrage zusammen.

Auch sonst leidet die Holzwarthsche Erfindungsturbine noch an Kinderkrankheiten. Wie schon aus der Schilderung des Arbeitsvorganges ersichtlich ist, sind außer der Gaserzeugungs- und Verpuffungsanlage und der eigentlichen Turbine noch zwei Nebenmaschinen erforderlich. Nebenmaschinen vermindern aber — das

zeigte auch die Diesellokomotive — die eigentliche Nutzleistung einer Maschine. Die eine dieser Nebenmaschinen ist der Exhaustor für die Spülluft, die andere besorgt die Gas- und Luftverdichtung; denn die Turbine vermag nicht, wie Gas- und Ölmotor, selbst Luft und Gas anzusaugen. Diese Nebenmaschinen zwingen denn auch den Konstrukteur, eine nur 1,5—2fache Vorverdichtung zu wählen, weil er den hierzu erforderlichen Kraftaufwand durch die noch in den Auspuffungsgasen steckende Abwärme zu bestreiten sucht. Die noch heißen Abgase werden nämlich vor ihrem Austritt ins Freie durch einen senkrechten Röhrenkessel hindurchgesaugt; der erzeugte Dampf treibt eine kleine Dampfturbine, die wiederum zum Antrieb von Kreiselpressor und Exhaustor dient. Dieser „Nebenenergiebedarf“ macht, theoretisch berechnet, 10 bis 15% der Nutzleistung der Turbine oder rund 35% des Heizwertes der verwendeten Brennstoffmenge aus.

Die ersten Versuche mit der ersten Betriebs-turbine Holzwarthscher Bauart zeitigten allerlei schlechte Erfahrungen und Enttäuschungen. Das einzige, das sofort klaglos befriedigte, war die elegant arbeitende Ölfenstersteuerung der zahlreichen Ventile. Auch der erschütterungs- und stoßfreie Gang, der geringe Schmierölverbrauch bei großer Zuverlässigkeit der Schmierung, sowie die geringe Abnutzung der beanspruchten Teile, vor allem der Schaufeln und Düsen, sind bei einer Erstlingsmaschine sehr anzuerkennende Ergebnisse. Die Turbine arbeitete zuerst nur mit Kraftgas aus Anthrazitkohle. Da sich aber deren Teergehalt bei den 3000 Umdrehungen in der Minute im Turbogebälde abschied, verwendete Holzwarth nur noch Gas aus Hüttenkoks. Doch haben sich auch die gleichen Brennstoffe, die der Dieselmotor verwertet, wie schwere Motoröle, darunter sogar Steinkohlenteeröl, auch ohne jede Zündölbeimischung als durchaus brauchbar erwiesen. Gleich diese erste Ausführung mit senkrecht stehender Welle war für eine Leistung von 1000 PS berechnet. Da bei den verhältnismäßig niedrigen Drucken und bei der Möglichkeit, den Kammern die für die Druckaufnahme günstigste, die kugelige Form zu geben, hinsichtlich der Festigkeitsverhältnisse keine besonderen Schwierigkeiten zu gewärtigen waren, konnte für das Gehäuse Gußeisen verwendet werden, weshalb auch die ganze Gasturbine nur 25 t wiegt, also 25 kg/PS, während eine 1000 PS Gaskolbenmaschine ein Gewicht von 140 t besitzt.

Die tatsächlichen Leistungen der für eine Abgabe von 1000 PS geplanten Turbine sind freilich über 150 PS vorerst nicht hinausgekommen. Die Turbine verbrauchte im Leerlauf 250 bis 300 cbm/st Gas bei 1179 WE/cbm Heizwert und 3000 Uml./min. Der Arbeitsverbrauch



einer durch die Gasturbine gespeisten Dynamo war auf 87 PS zu schätzen, was einem thermischen Wirkungsgrad von rund 18% entsprechen würde. Bei kleinen Ladungen und niedrigem Verpuffungsdruck wurde das Verhältnis noch günstiger, aber die Ladungsvergrößerung ergab noch keine entsprechende Leistungssteigerung.

Es würde hier zu weit führen, auf alle Ursachen einzugehen, die die Nutzarbeit vorerst noch wirtschaftlich so ungünstig beeinflussen. Holzwarth selbst erhofft u. a. eine Leistungssteigerung von einer vorteilhafteren Ausbildung der Düsenform. Noch erachtet die Praxis seine Gasturbine als nicht lebensfähig, und die Einsicht, daß eine erhebliche Steigerung des Wirkungsgrades mit besonderen und eigenartigen Schwierigkeiten rechnen muß, hat bisher unsere großen Maschinenfabriken davon abgehalten, größere Summen an das Problem zu wagen. Auch hat der Krieg die so verheißungsvollen Arbeiten auf diesem Gebiet gestört. So viel läßt sich aber heute schon sagen, daß der neue Wärmemotor, durch Holzwarth einmal praktisch vorgezeichnet, nicht mehr aufgegeben werden und insbesondere für das Gebiet der großen Leistungen noch einmal eine bedeutende Rolle spielen wird. Während die Gas- kolbenmaschine wegen der hohen Kolbenstangenkräfte wohl an Leistungen bis zu höchstens 4000 PS gebunden ist, wäre die Großgasturbine in ihrer Leistung nur begrenzt durch Transportrücksichten. Leistungseinheiten von 8000 PS sind bei dieser Maschinengattung baulich durchaus möglich, und die Kupplung mehrerer auf eine Welle arbeitender Turbinen bietet ebenfalls keine Schwierigkeiten. Da die Turbine natürlich ohne weiteres in liegender Bauart ausgeführt werden kann, verspricht auch ihre Verwendung zu Schiffsantrieben eine Zukunft.

Noch verträgt — wie gesagt — die Holzwarthturbine kein abschließendes Urteil. Dem ersten Dieselmotor erging es nicht besser. Die Theoretiker haben ihm seinerzeit sogar jede Zukunft abgesprochen, und doch erobert sich heute diese deutsche Erfindung als Landmaschine und Schiffsmotor die ganze Welt. Und das soll uns bestärken in der Hoffnung, daß in naher Zukunft die deutsche Holzwarthturbine der Welt ein ebenso geläufiger Begriff wird, wie der Dieselmotor. —

Noch ist die Gasturbine weit davon entfernt, sich durchgesetzt zu haben, da entsteht ihr schon ein neuer Nebenbuhler\*) in Gestalt einer ähnlich gedachten Turbinenart. Diese soll mit einem expansionsfähigen Verbrennungsstoff in Verbindung mit hochkomprimierter Luft betrieben

\*) Wie wir einer vorläufigen Mitteilung in der *Marine-Rundschau* entnehmen.

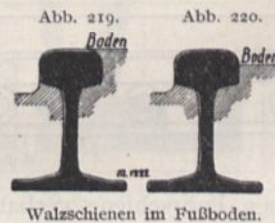
werden. Eine solche Anlage würde ebenfalls die Vorteile der Gas- und Ölmaschine mit der ausbalancierten, sehr belastungsfähigen Turbine vereinigen, sie würde aber andererseits die hohen Wärmegrade der Holzwarthschen Gasturbine vermeiden. Ob die noch vor Kriegsausbruch mit diesem neuesten System angestellten Versuche ergeben haben, daß sich die Idee auch den Tücken der Praxis gewachsen zeigt, ist noch nicht bekannt geworden. [1257]

### Eine neue Schiene für Werkstättengleise.

Von Oberingenieur O. BECHSTEIN.

Mit dreizehn Abbildungen.

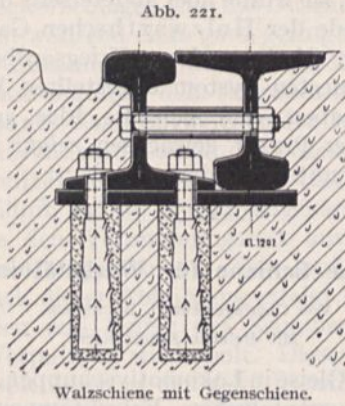
Für die Gleise in Lokomotivschuppen, Wagenhallen, Waggonfabriken, Fabrikräumen, Werkstätten usw. sind die gebräuchlichen, gewalzten Schienen, wie sie im Eisenbahnoberbau Verwendung finden, durchaus nicht geeignet, weil sie in ihrer Form und Verlegungsart den besonderen Fußbodenverhältnissen solcher Innenräume, die von denen auf freier Strecke ganz erheblich abweichen, nicht angepaßt sind. Die Folge davon ist, daß sich der Fußboden in der Nähe der Schienen in solchen Innenräumen fast immer in einem sehr schlechten Zustande befindet. Wird der Fußboden eines solchen Raumes mit



der Schienenoberkante in gleicher Höhe angelegt, wie in Abb. 219, so bildet das Fußbodenmaterial an dem abgerundeten Kopf der Schiene einen Zwickel, der schon nach sehr kurzer Zeit zerbröckelt und herausspringt, weil die unvermeidliche Bewegung der Schienen, die Durchbiegung beim Auffahren schwerer Fahrzeuge, die an der Schiene anliegenden Teile des Fußbodenmaterials außerordentlich stark beansprucht. Dieser Übelstand wird auch nicht sehr vermindert, wenn man, wie in Abb. 220, den Schienenkopf etwas über Oberkante Fußboden vorstehen läßt, um den Zwickel an der abgerundeten Schienenkante zu vermeiden. Diese Verlegungsart hat vielmehr noch das Übel im Gefolge, daß der Verkehr quer zum Gleise, insbesondere das Fahren mit Handkarren, sehr erschwert wird. Außer durch den Fahrzeugverkehr auf den Schienen wird aber der Fußboden in deren unmittelbarer Nähe auch dadurch zerstört, daß die Fahrzeuge vielfach mit Hilfe von Brechstangen, durch das sog. Knippen, in Be-

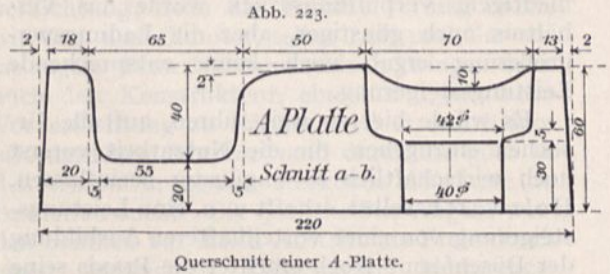


wegung gesetzt werden müssen, wobei die Knippstange naturgemäß nicht immer allein auf die Schienenfläche drückt.



Man hat deshalb versucht, eine Besserung dadurch herbeizuführen, daß man, wie in Abb. 221 dargestellt, eine zweite umgekehrte Schiene mit

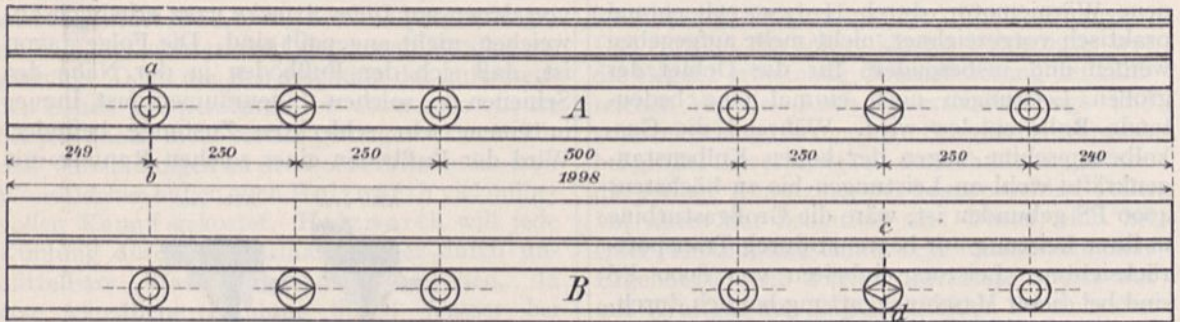
der gänzlich unzugänglichen Schraubenverbindungen, der Raum zwischen beiden Schienen füllt sich sehr bald mit Schmutz, den man durchaus nicht entfernen kann, und der bei



allen drei abgebildeten Schienenverlegungen auftretende Übelstand, daß durch quer über die Schienen fahrende Karren die dem Schienenkopf gegenüberliegende Kante der Spurrinne sehr bald zertrümmert wird, bleibt bestehen.

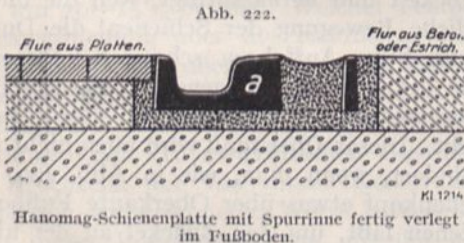
Werden aber die Gleise in Innenräumen statt durch Schienen aus den neuerdings rasch in

Abb. 224 u. 226.



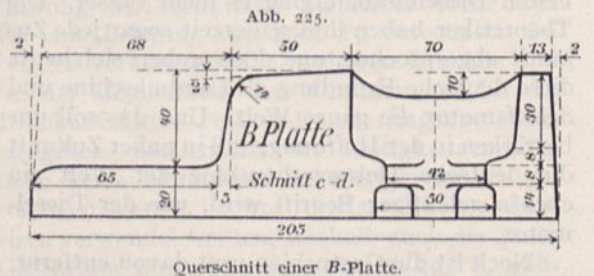
Maßskizze der Schienenplatten (Draufsicht).

der eigentlichen Fahrchiene verband, die besonders der Knippstange einen festen Stützpunkt bieten und durch Vergrößerung der das Fahrzeuggewicht aufnehmenden Bodenfläche auch die Fußbodenzerstörung durch das Arbeiten der Schiene einschränken soll. Mag die



Fußbodenzerstörung durch die Knippstange dadurch hintangehalten und mag sogar auch die letztgenannte Wirkung bis zu einem gewissen Grade erreicht werden — besonders lange hält der Anschluß des Fußbodenmaterials an den Fuß der umgekehrten Schiene auch nicht —, so stellt sich eine derartige Gleisanlage doch sehr teuer; sie hat den bedenklichen Nachteil

Aufnahme kommenden Schienenplatten der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vormals Georg Egestorff in Hannover-Linden gebildet, so sind, wie die Abb. 222 ohne weiteres erkennen läßt, die angeführten Nachteile der bisherigen Werkstatt-

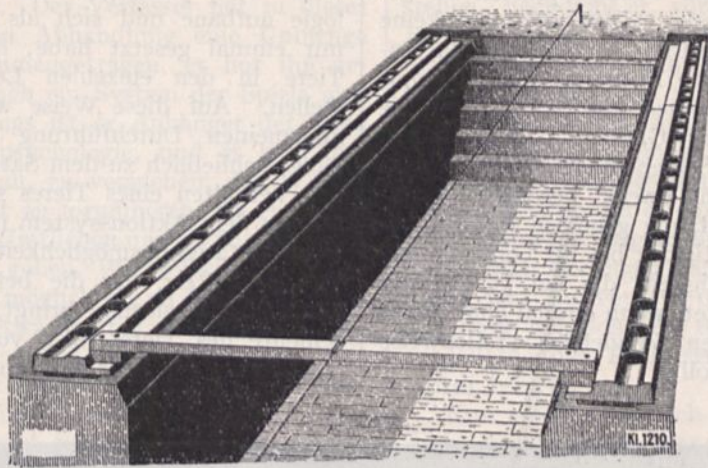


gleise sicher vermieden, und der Fußboden in der Nähe der Gleise bleibt gut erhalten, gleichviel aus welchem Material er hergestellt ist, wenn dieses nur an sich haltbar ist. Diese Hanomag-Schienenplatten bieten nämlich dem Fußbodenmaterial scharfkantige, rechtwinklige Anschlußflächen, sie besitzen eine sehr große Auf-



lagefläche, übertragen also das Fahrzeuggewicht auf eine große Bodenfläche und federn deswegen weniger durch als gewöhnliche Schienen, sie bieten infolge ihrer großen Breite der Knippstange eine so große Aufsatzfläche, daß sie auch bei sehr ungeschickter Handhabung kaum noch mit dem Fußboden in Berührung kommen kann, und die Spurrinne wird auch an der der Lauffläche abgewendeten Seite durch einen kräftigen eisernen Schenkel begrenzt, der die Stöße quer über das Gleise fah-

Abb. 227.

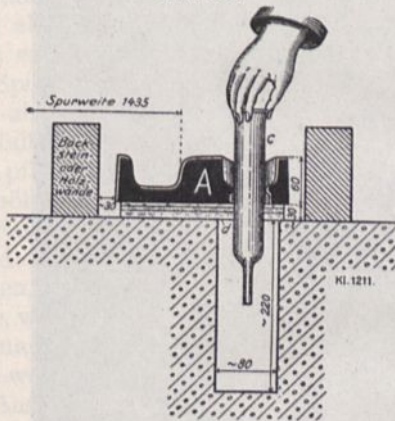


Schienenplatten B ohne Spurrinne für Gleise über Arbeitsgruben.

nenunterlage aus Ziegelmauerwerk oder Stampfbeton, deren Oberkante etwa 90 mm unter der Oberkante des Fußbodens und der mit diesem bündig zu verlegenden Schiene liegen muß, wird mit entsprechenden Löchern zur Aufnahme der zur Befestigung der Schienenplatten dienenden Rohrdübel versehen, und dann werden

die Platten aufgelegt und durch Keile aus Holz oder Eisen unterstützt, die zum Ausrichten in der Höhenlage dienen. Nach dem Ausrichten in Höhen- und Seitenlage werden

Abb. 228.

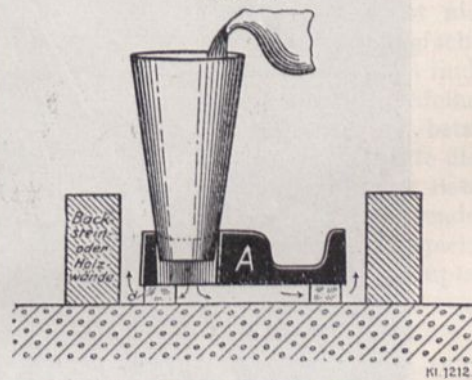


Einbringen der Rohrdübel zur Befestigung der Schienenplatten.

render Karren aufnimmt und den Fußboden an dieser sonst so gefährdeten Stelle sicher schützt.

Die Hanomag-Schienenplatten werden aus Gußeisen in Längen von 2 m hergestellt. Die A-Platten, Abb. 223 und 224, sind mit Spurrinne versehen und werden für durchgehende Gleise verwendet, während die B-Platten, Abb. 225 und 226, für Gleise über Arbeitsgruben, wie in Abb. 227, gebraucht werden. Die Verlegung der Platten gestaltet sich besonders einfach, da weder Schwellen noch Laschen und Schrauben, wie bei gewöhnlichen Schienen, erforderlich sind. Die Schie-

Abb. 229.

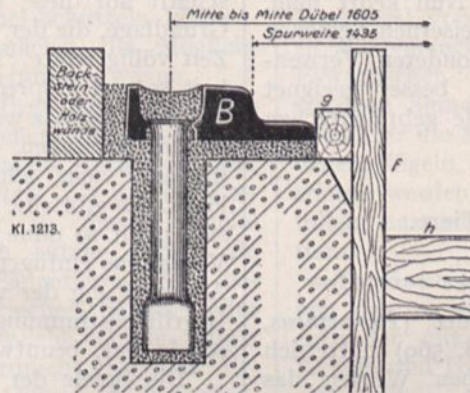


Vergießen der Schienenplatten mit Zement.

seitlich der Schienenplatten kleine Staudämme aus Ziegelsteinen, Holzbrettern oder Lehm errichtet, und nachdem dann die beiden für jede Platte vorgesehenen Rohrdübel eingebracht sind, Abb. 228, wird die

Platte mit Hilfe eines Trichters durch die dazu vorgesehenen Löcher mit Zement vergossen, wobei darauf geachtet wird, daß der Zementbrei mindestens bis zur Oberkante der Platte eingefüllt wird (Abb. 229). Nach dem Erhärten des Zements werden die Stauwände fortgenommen, der überflüssige Zement wird beseitigt, und dann kann ohne weiteres der Fußboden beiderseits angeschlossen werden.

Abb. 230.



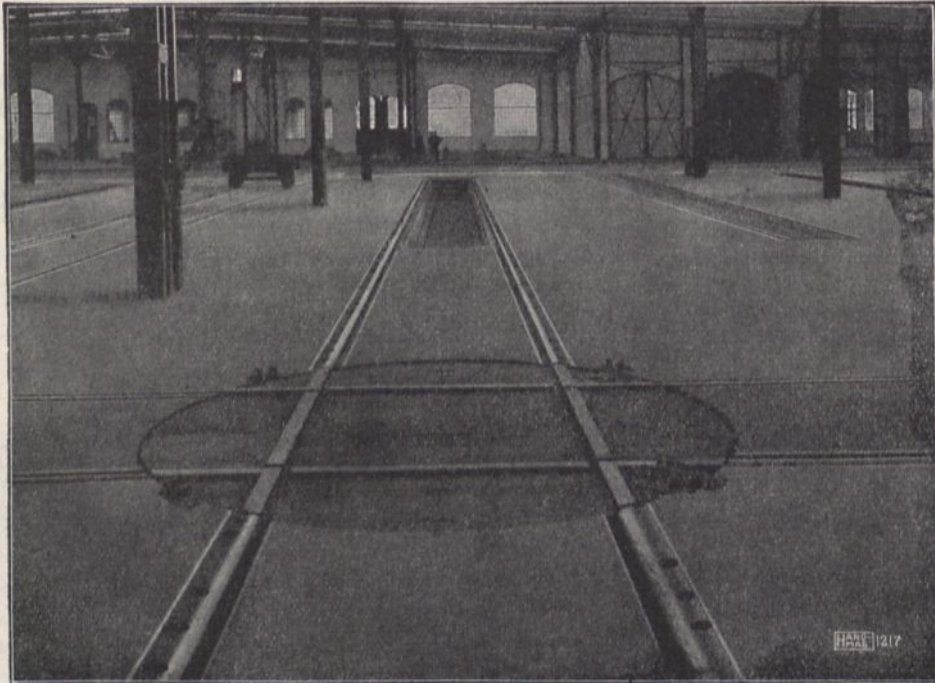
Hanomag-Schienenplatte ohne Spurrinne für Gleise über Arbeitsgruben, fertig verlegt und vergossen. (Schnitt durch das Dübelloch.)



Der Anschluß der Schienenplatten an gewöhnliche Gleise, Drehscheiben usw. bietet keine Schwierigkeiten. Am Ende von Schienenplattengleisen wird die letzte Platte mit einem Kopfstück versehen, welches verhindert, daß die Fahrzeuge über das Gleisende hinauslaufen. Da die Hanomag-Schienenplatten aus einem Gußeisen von dem Zweck besonders angepaßter Zusammensetzung gegossen werden, besitzen sie hohe Festigkeit bei für Gußeisen bemerkenswerter Zähigkeit, die ein genügendes Durchfedern gestattet, wenn einmal eine Platte infolge mangelhaften Vergießens stellenweise etwas hohl liegen sollte.

diese Tierpsychologie sich auf der Physiologie aufbaue und sich als Aufgabe zunächst nur einmal gesetzt habe, das Verhalten der Tiere in den einzelnen Lebenslagen festzustellen. Auf diese Weise waren wir bei der allgemeinen Durchführung dieser Gedankengänge schließlich zu dem Satze gekommen, daß das Verhalten eines Tieres stets die Funktion sei von dem Aktionssystem (das ist die Summe aller Betätigungsmöglichkeiten eines Tieres), von dem Reiz, der die betreffende Wirkung gerade zur Auslösung bringt, und von der Geschichte des Tieres, also von den gemachten „Erfahrungen“ über sein individuelles Leben.

Abb. 231.



Wagenhalle der Hauptwerkstatt Meiningen mit Schienenplatten für durchgehende und Endgleise, Gleise über Arbeitsgruben und Anschluß an Drehscheibe.

Die ersten Eisenbahnschienen waren, wie man weiß, auch aus Gußeisen hergestellt, weil man eben nichts Besseres hatte. Nun kehrt man, nach hundert Jahren, zu gußeisernen Schienen zurück, weil sie für den besonderen Verwendungszweck in Innenräumen besser geeignet und auch billiger sind als die gebräuchlichen Walzschienen.

[827]

### Die Spiele der Tiere.

Von Dr. W. SCHMIDT,  
Assistent am Zoologischen Institut der Universität Jena.

In einem früheren Aufsatz (*Prometheus*, Jahrgang XXVI, Nr. 1336, S. 569) hatte ich versucht, in kurzen, knappen Worten das Wesen der modernen exakten Tierpsychologie zu kennzeichnen. Ich hatte gezeigt, daß

Die Tierpsychologie hat also zunächst bloß einmal die Aktionssysteme zu ergründen und schafft auf diese Weise eine wissenschaftliche Grundlage, die der Tierpsychologie der früheren Zeit völlig fehlte. Aber obgleich diese Möglichkeit so vielversprechend erscheint — in einem späteren Aufsatz wollen wir wichtige Ergebnisse einmal darstellen —, so wird sie doch nicht imstande sein, alle Rätsel der Tierpsyche zu lösen. Es gibt eine ganze Reihe von Fragen, die sich nicht so ohne weiteres in das Schema des Verhaltens einfügen lassen, die überhaupt nach Ausschaltung der vom Menschen abstrahierten Begriffsbestimmungen gar nicht, wie es den Anschein hat, beantwortet werden können.

Die Spiele der Tiere haben seit alter Zeit Interesse erregt, sie haben ihre wissenschaftliche Behandlung aber erst gefunden in dem bahn-



brechenden Buche von Karl Groos, *Die Spiele der Tiere*. Der Verfasser hat in dieser sehr lesenswerten Abhandlung eine Unmenge von Stoff zusammengetragen, er hat ihn gesichtet und danach ein System der Spiele aufgestellt. Allerdings ist er Anhänger der alten Schule der Tierpsychologie, und es kam ihm weniger darauf an, zu versuchen, das Wesen des Spieles exakt zu formulieren, als eben eine Darstellung der sämtlichen uns bekannten Spielmöglichkeiten zu geben. Wir wollen jetzt einmal versuchen, ob es möglich ist, an der Hand seines Materials noch etwas weiter zu kommen, wenn wir nun die Prinzipien der modernen Biologie anwenden. Wir gehen aber zunächst ohne Kritik an die Dinge heran und versuchen, uns ein Bild vom Spiel zu machen, wie es uns in der verschiedensten Ausbildung in der Tierwelt entgegentritt.

Unter Spiel verstehen wir da zunächst jede nicht ernst gemeinte Tätigkeit. Wenn wir uns allerdings so ausdrücken, stoßen wir schon sofort auf Schwierigkeiten, indem wir ja ohne weiteres dem Individuum die Fähigkeit der Unterscheidung von Ernst und Spaß zuschreiben. Es wäre also diese landläufige Definition absolut nicht exakt. Man sagt wohl auch, meist sind die Spiele auf die Jugendzeit beschränkt; es gibt aber auch solche, die bei Erwachsenen ebenfalls oder gar ausschließlich vorkommen. Man pflegt ferner zu sagen, daß die Spiele nur den höheren Tieren eigen sind. Ob dies wirklich der Fall ist, können wir aber bei dem heutigen Stand der Tierpsychologie noch gar nicht ermessen, da wir über die Betätigungen niederer Tiere, wie z. B. der Insekten, gar nicht oder nur ungenau unterrichtet sind. Allerdings kann man wohl mit Recht annehmen, daß die Zahl und Ausbildungsform der Spiele — wie überhaupt des gesamten Aktionssystems — mit zunehmender Organisationsstufe ebenfalls zunimmt, und es ist zweifelsohne sicher, daß der Mensch deshalb die meisten Spiele besitzt.

Wir sehen also zunächst, daß wir so schlankweg uns eine begriffliche Bestimmung vom Spiel nicht aus dem Ärmel schütteln können. Wir müssen deshalb zunächst die Möglichkeiten dieser Betätigung einmal erwägen.

Zu den ersten Spielen pflegt man nach Groos die zu stellen, die dazu dienen, dem neugeborenen Individuum erst einmal die Herrschaft über seine Glieder zu verschaffen. Es ist der Experimentiertrieb, der in diesem spielerischen Gebaren deutlich zutage tritt. So kann man bei jungen Säugetieren stets beobachten, daß sie alles beriechen, betasten oder benagen, je nachdem, welche Organe auch späterhin ihr Hauptinstrument bei der Erkennung der Dinge der Außenwelt darstellen. Langsam gewinnt das junge Geschöpf dann

weitere Möglichkeiten. Der kleine Hund lernt stehen, nachdem er vorher längere Zeit die Beine gestreckt hat; aber sein Stehen ist noch recht wackelig, ein lautes Bellen kann ihn da bald zu Fall bringen. Steht er aber erst einmal fest auf den Füßen, so versucht er das Laufen, und bald tollt er umher. Und damit beginnt sein Spiel. Alles, was ihm in den Weg kommt, beschnüffelt er, um es dann meist zu zerreißen, allen bewegten Gegenständen läuft er in ungeschickten Sprüngen nach, wobei er dann oft genug sein Ziel verfehlt oder überläuft. Durch alle diese spielerischen Betätigungen erweitert er dauernd den Kreis seiner Erfahrungen, im Spiel lernt er.

Nun spielt aber auch das erwachsene Tier; da ist es oft nur der Drang, die Zeit auszufüllen, so bei gefangenen Tieren, die stets viel spielerischer veranlagt sind als ihre in Freiheit verbliebenen Artgenossen. Die Zahl der Spiele erwachsener Tiere ist sehr groß und ihre Zweckbedeutung oftmals gar nicht einfach, so daß es schwer ist, eine einigermaßen befriedigende Einteilung zu finden. Groos teilt die Spiele ein in solche mit Ortsbewegung, in Kampf-, in Jagd-, in Liebesspiele. Das ist nicht besonders glücklich, da sich mannigfach Übergänge zwischen den einzelnen Arten finden und man auch bei manchen Fällen zweifelhaft sein muß, in welche Rubrik man die betreffende Spielform zu stellen hat. Man könnte die Spiele aber einteilen nach dem Zwecke der Betätigung oder vielleicht nach den sie bedingenden psychischen Faktoren, also etwa in Bauspiele (Nestbau der Vögel), Pflegespiele (hauptsächlich Vögel und Säuger) oder in Nachahmungsspiele, Spiele, die durch Neugier bedingt sind, u. s. f.

Wir müssen nun die wichtigsten von Groos aufgestellten Arten des Spiels kurz erläutern.

**Bewegungsspiele.** In dieser Rubrik werden sehr verschiedenartige Betätigungen zusammengefaßt, die zum großen Teil aber gar nicht als Spiel zu deuten sind. Wenn die alten Vögel beispielsweise vor ihren Jungen am Nest auf und nieder flattern, wohl auch die zagenden Jungvögel vom Nestrand herabstoßen und so zu Flugversuchen anregen, so ist das für die Erwachsenen nicht eigentlich ein Spiel im strengen Sinne. Dagegen haben echten Spielcharakter die Schaukelbewegungen, wie sie von vielen Vögeln, aber auch von Affen, gern betrieben werden, ebenso das Turnen und Herumtollen namentlich gefangener höherer Säugetiere.

**Jagdspiele.** Diese Jagdspiele werden von den meisten Tieren ausgeübt, und zwar entweder mit einer Scheinbeute, bei jungen Katzen und Hunden in der Gefangenschaft mit einem Ball, einem Fadenknäuel, überhaupt jedem leicht beweglichen Gegenstande, oder



aber auch mit markiertem Gegner. Das eine Tier spielt dann den Feind, das andere eine art-eigentliche Rolle. Es ist hier sehr interessant, daß schon im jugendlichen Spiel das künftige Verhalten zum Ausdruck kommt, nämlich insofern, als bei den Fleischfressern der angreifende Teil auch im Spiel der aktivere ist, bei Pflanzenfressern hingegen der Verfolgte. Es markiert also einmal der Verfolger, das andere Mal der Verfolgte, wie auch in der späteren Lebensweise der Fleischfresser stets Angreifer ist, der Pflanzenfresser dagegen seine Rettung zumeist in der Flucht suchen muß.

**Kampfspiele.** Diese sind durch zahlreiche Übergänge mit der vorigen Gattung verbunden. Sie sind hauptsächlich bei den Karnivoren entwickelt als Vorübungen für die späteren Raubkämpfe und finden ihren Ausdruck in Balgereien und Beißereien. Sie lassen sich aber auch bei Pflanzenfressern oft genug beobachten, und hier hat man sie als Vorübungen zu den Bewerbungskämpfen gedeutet. Ob diese Deutung allerdings völlig zur Erklärung ausreicht, muß fraglich erscheinen, da die moderne Biologie der Darwinschen Theorie von der natürlichen Zuchtwahl, die hier zu Rate gezogen wird, nicht mehr die völlige Aneignung zollen kann. Kampfspiele werden beobachtet bei Dohlen, bei Ziegenböcken und vor allem bei dem Kampfhahn *Machetes pugnax*, dessen Körper sogar besondere Anpassungen an diese Kämpfe ausgebildet hat.

Den weitaus größten Raum im Leben nehmen die Liebesspiele ein, die hauptsächlich zur Zeit der Brunst, dann aber auch vorher und vor allem auch nach erfolgter Begattung noch in die Erscheinung treten. Zu ihnen gehören der Gesang der Vögel, die Tanz- und Balzbewegungen vieler Tiere, so der Vögel und mancher Spinnen (Attiden). Auch diese Spiele kann man bis jetzt nur als Bewerbungseinrichtungen ansehen, sie lassen eine andere Deutung gar nicht zu. Hauptsächlich werden als Beispiele stets die Flug- und Singkünste der Vögel angeführt. Oft genug haben aber diese und ähnliche Betätigungen ihren Bewerbungscharakter fast völlig verloren, sie werden zu jeder Zeit, auf jeden Reiz hin ausgeübt. So führen die Kraniche ihre gravitatischen und höchst merkwürdigen Tanzbewegungen, die zumeist ein Schreiten und Hüpfen sind, zu jeder Gelegenheit aus; hier ist also der bei den anderen Vögeln so deutlich entwickelte Trieb völlig verloren gegangen, und das Spiel wird nur zu einer die Zeit ausfüllenden Betätigung, zu einem Ausdruck guter Laune (wenn man so sagen darf). Oft kann man das auch bei Tieren beobachten, die durch die Pracht der Farbe wirken sollen. Der Pavian dreht uns die allerdings herrlich gefärbte Hinterseite zu, so daß man das schöne

Blau des Gesäßes möglichst genau betrachten kann, und ebenso entfaltet der Pfau seine Pracht nicht nur vor seinen Hennen.

Ein Spiel ist auch das Brüllen der Brüllaffen geworden, wenn sie sich nach gründlicher Plünderung der Plantagen auf einen Baum begeben, und dort abwechselnd das Leittier eine Weile seine kilometerweit hörbaren, schallenden Rufe ertönen läßt, und dann die ganze übrige Herde mit lautem Getöse als Chor einfällt.

Schon bei dieser flüchtigen Übersicht kommt es uns zum Bewußtsein, daß sich eben viele Dinge in den Begriff des Spieles einordnen lassen, daß aber auch viele Dinge eingeordnet werden müssen, wenn man den Begriff des Spieles weit genug faßt. Das wird noch deutlicher, wenn wir uns die zweite Einteilung, die wir vorhin schon andeuteten, daraufhin ansehen.

**Bauspiele.** Ob es sich hier überhaupt um Spiele handelt, ist recht fraglich, wenigstens wenn man nur die Tätigkeiten des Tieres im Auge hat, die zur Aufzucht der Jungen nötig sind. Aber diese ernstesten und für das Leben der nächsten Generation durchaus wichtigen Handlungen werden nun allerdings oft spielerisch ausgestattet. Hier kommt dann noch manchmal eine Vorliebe für glänzende Gegenstände in Betracht, die jedenfalls die Aufmerksamkeit des Tieres auf sich lenken. So stiehlt die kalifornische Waldratte alle möglichen Gegenstände aus den menschlichen Behausungen, viele Kolibriarten bekleben ihre Nester mit schillernden Stücken, wie Schlangenhautfetzen oder den glänzenden Flügeldecken der Goldkäfer. Das beste Beispiel ist der bekannte Laubenvogel, der bekanntlich äußerst kunstvolle große Nester (4 Fuß im Durchmesser, 30 cm hoch) baut und auf dem reingefegten Vorplatz alle bunten Gegenstände aufbaut, deren er habhaft werden kann, wie Stücke farbigen Glases, Muschelreste, bunte Schneckenschalen u. dgl. m. Bei diesem Vogel wird nun noch beobachtet, daß er die einzelnen Schmuckstücke hin und her bewegt; das ist sehr wichtig zur Beurteilung der Frage, denn es bedeutet dies nichts anderes, als daß er gleichsam experimentiert. Wir kommen jedenfalls in solchem Falle nicht um die Tatsache herum, daß man einem solchen Tier nicht nur ein gewisses Form- und Farbefühl, sondern vor allem auch eine Freude an diesen Gegenständen zuschreiben muß, wie ja Bölsche in diesen Betätigungen die Anfänge der Kunstausübung erblicken will. Die Freude am Besitz findet ihren Ausdruck auch darin, daß der Laubenvogel seine bunten Objekte gegen andere verteidigt, die sie für sich entwenden wollen.

Die Tendenz vieler Tiere, andere und auch den Menschen nachzuahmen, kann nicht als Spiel bezeichnet werden. Denn diesen Nach-



ahmungen fehlt meist der geordnete Sinn, da das Tier sich des Zweckes der einzelnen nachgeahmten Tätigkeit oft gar nicht bewußt ist. Es kopiert sie eben nur so genau es kann, und so entsteht eben eine mehr oder weniger gute Karikatur des Vorbildes. Ein hübsches Beispiel aus Groos möge dies dartun. Ein Kapuzineraffe hatte gelernt, mittels eines Schlüssels den Kasten aufzuschließen, der seine Nüsse enthielt. Er hatte es eben aus dem bei Affen am stärksten entwickelten Nachahmungstrieb heraus gelernt. Bevor er nun den Schlüssel in das Schlüsselloch hineinsteckte, fuhr er stets einigemal im Kreise um dasselbe herum. Das hatte eine sehr einfache Erklärung. Die alte Dame, der dieses Äffchen gehörte, war nämlich ziemlich kurzsichtig und tastete deshalb immer erst einigemal in der Nähe des Schlüsseloches herum, bis sie die Öffnung mit der Schlüsselspitze richtig gefunden hatte und den Kasten aufschließen konnte. Der Affe ahmte also auch diese nur durch den Ausnahmefall der Kurzsichtigkeit bedingte Variante des Aufschließens genau nach, was darauf hinweist, daß er sich des Wesens des ganzen Vorganges gar nicht bewußt sein kann.

Andere Nachahmungsformen kennen wir von Vögeln, die den Lockruf anderer Arten annehmen können, usw.

Es mögen diese Ausführungen zunächst einmal genügen, die Formen, in denen das Spiel in die Erscheinung treten kann, namhaft zu machen. Wir ersehen aus ihnen schon, daß manches als Spiel bezeichnet wurde, was keins war, daß andererseits aber auch unsere Kenntnis vom Wesen der einzelnen Spiele noch ziemlich beschränkt ist.

Gehen wir z. B. von Kampfspielen aus. Sie verlieren beim erwachsenen Tier, namentlich bei Hirschen, durchaus ihren nicht ernstesten Spielcharakter und werden zum wirklichen, blutigen Kampf, oft auf Leben und Tod. Was hat aber dieser Wettstreit zwischen zwei Hirschen für eine Aufgabe? Dient er dazu, dem Weibchen zu gefallen, wie man annimmt, oder soll er den Nebenbuhler aus dem Wege räumen? Das erstere erscheint beinahe als sehr fraglich. Denn die Weibchen äsen während des grimmigen Kampfes ruhig weiter, ja sie zerstreuen sich dabei im Walde oder entfernen sich ganz vom Kampfplatz, ohne sich um das Duell der Männchen überhaupt zu kümmern. Es fällt also ganz fort, daß nun dem stolzen Sieger als Kampfpriis die Liebe der weiblichen Tiere zugestanden wird. Denn gerade der im Kampf Unterlegene kann ja die Herde späterhin zuerst finden und sich den unverdienten Liebeslohn holen. Es mögen diese Andeutungen, die schon zum Problem der geschlechtlichen Zuchtwahl gehören, in diesem Zusammenhang genügen, um

zu zeigen, wie wenig sie für eine Erklärung ausreichen.

Wir wollen nun fragen, ob wir jetzt mit dem vorhandenen Material eine Definition des Spieles geben können, die alle Möglichkeiten in sich enthält. Zunächst ist eins klar. Das Spiel der Jungen ist eine vorübergehende Tätigkeit. Das junge Kätzchen übt am laufenden Ball das Erjagen der Maus. Es hat nichts gemein mit dem Spiel der Großen. Das Spiel der Erwachsenen dagegen ist Zweck an sich, nicht Mittel zum Zweck. Hier ist es Betätigung zum Zwecke bloßer Betätigung. Es ist wohl auch zum Teil dazu da, das Gleichgewicht des körperlichen Befindens herzustellen. Jedenfalls steht Spiel aber stets im Gegensatz zu Arbeit, die für das augenblickliche Lebensbedürfnis nötig ist. So könnte man manches Spiel definieren als Vorbereitung für künftige Betätigungen. Wenn ein Tier in der Jugend nicht spielt, so schadet es ihm in der Jugend nichts, wohl aber im erwachsenen Zustand, da ihm die Vorübung für die dort nötigen Fähigkeiten fehlt.

Beim erwachsenen Menschen definiert man wohl oft das Spiel als eine Funktion der Organe, die über das Nötige hinausgeht. Man denkt dabei dann an das Sichausarbeiten des Körpers. Vor allem entspringt solches Spiel wohl nicht einem im Lebensprozeß selbst liegenden Bedürfnis, nur daß es jedenfalls stets aus einem Kraftüberschuß seine Ursache nimmt und in der Ausübung dem Individuum Freude macht.

Die durch das Spiel ausgelöste Freude ist es, die unsere Spiele wohl insgesamt durchwebt; sie ist allen zu eigen und könnte also danach eine Möglichkeit zur Definition ergeben. Die Spiele der Tiere aber dürfen wir dann nicht einbegreifen, denn dies leiten wir alles vom Menschen, von unserem eigenen subjektiven Empfinden ab. Und so kommen wir letzten Endes dahin, daß wir das tierische Spiel eigentlich nicht definieren können, ohne daß wir gezwungen werden, die von unserer Empfindungswelt abstrahierten Begriffe auf die Tiere zu übertragen. Damit verlassen wir jedoch die feste Grundlage unserer naturwissenschaftlichen Forschungsmethoden; und es ist besser, erst weitere Ergebnisse, die Aufschluß über die Tierpsychologie geben, abzuwarten, als zu vorzeitig vorzugehen. [881]

### Ohne Schornstein — das „Schwabachsche System“.

VON DR. E. O. RASSER.

In Dresden sind mehrfach Versuche gemacht worden, die unschönen hohen Schornsteine zu verhüllen, insbesondere, wenn es sich um Bauten in einer landschaftlich bevorzugten Gegend handelt. Am staatlichen Fernheiz- und



Elektrizitätswerk erhielt der Schornstein die Gestalt eines Turmes; die große Zigarettenfabrik Yenidze gestaltete ihn als Minarett aus, und im neuen Schlachthofe erhielt das ganze Maschinenhaus ein kirchenartiges Ansehen. So war auch im Jahre 1911 auf der Dresdner Hygiene-Ausstellung der Schornstein der Dampf-erzeugungsanlage der Niederlausitzer Braunkohlenwerke — lediglich aus architektonischen Gründen, um die einheitliche Note, die die Dresdner Architekten der ganzen Ausstellung gegeben haben, nicht zu zerstören — mit einem Turm umgeben worden.

Aber nicht nur aus ästhetischen, sondern auch aus praktischen Rücksichten strebte man danach, den Schornstein mit seinen mannigfachen Mängeln entbehrlich zu machen.

Als die Gasmaschine erfunden worden war, da sprach man vom Ende der Dampfmaschine; sie lebt heute noch! Als das elektrische Glühlicht aufkam, sprach man vom Ende der Gasbeleuchtung; nach der Erfindung Marconis vom Ende der Telegraphie mit Draht und — speziell für unsere Zwecke — nach der Verbreitung der Zentralheizungen im letzten Jahrzehnt von dem Verschwinden der Einzelheizungen. Alle diese Prophezeiungen sind nicht eingetroffen, und so wird vielleicht auch die nicht eintreffen, die in der Überschrift dieser Zeilen zu stecken scheint!

Der hohe Schornstein wird sicherlich nicht bald aus dem Landschaftsbild verschwinden, obschon man darauf und daran ist, ihm das Grab zu graben. —

Es handelt sich dabei um keine neue, epochemachende, umwälzende Erfindung, sondern nur um eine besonders praktisch brauchbare Ausführung eines längst bekannten Gedankens: „Das Schwabachsche System!“ —

Warum hat man so hohe Schornsteine gebaut? Der Schornstein hat die Aufgabe, Zug zu schaffen, der dadurch entsteht, daß tiefere und höhere Luftschichten durch einen Kanal unmittelbar in Verbindung gebracht werden. Dadurch wird die Möglichkeit eines plötzlichen Ausgleiches der Druckunterschiede gegeben; der Schornstein schaltet die Polsterwirkung der dazwischen liegenden Luftschicht aus. Und diese Wirkung tritt im verstärkten Maße ein, wenn unten im Schornstein die Luft erwärmt, also spezifisch leichter, d. h. steigkräftiger gemacht wird. Benjamin Franklin gehört das Verdienst, zuerst nach streng wissenschaftlichen Methoden diesen Luftzug studiert und Klarheit über verschiedene, für einen guten kräftigen Zug wichtige Momente geschaffen zu haben. Ist der Schornstein einmal errichtet, so wirkt er, so lange er dicht bleibt, ohne Zutun weiter; er arbeitet also automatisch. Darin liegt ein Vorteil.

Aber er hat auch Nachteile. Vor allem den, daß seine Wirkung mehr oder weniger von der Witterung abhängig bleibt. Errichtet man ihn genügend hoch, dann „zieht“ er zwar stets, aber doch das eine Mal schwächer, das andere Mal stärker. Die Sonnenstrahlung, die Temperatur, die Windverhältnisse, die Feuchtigkeit der Luft und viele andere Dinge, über die wir Menschenkinder bisher noch keine Macht erlangt haben, beeinflussen die Wirkung.

Für große moderne Feuerungsanlagen ist das sehr unangenehm. Denn bei ihnen kommt es darauf an, tunlichst ganz gleichmäßige Zugverhältnisse zu haben. Auch ist es keineswegs gleichgültig, ob man im Interesse eines guten Schornsteinzuges die heißen Rauchgase mit einer Temperatur von 150 Grad oder 200 Grad in den Schornstein entlassen muß. Man würde die darin steckende Wärme gern noch weiter ausnützen; aber das geht weiter nicht, sonst leidet der „natürliche Zug“, wie man den Schornstein zu nennen pflegt.

Aus diesem Grunde hat man sich schon lange darauf besonnen, daß im Ventilator ein vorzüglicher Apparat gegeben ist, um die Zugwirkung künstlich zu steigern. Unangenehm war nur, daß man bloß zwei Wege vor sich sah: entweder den Ventilator vor den Kessel zu stellen und ihn in das Feuer hineinblasen zu lassen — das gab umständliche, wenig einfache und wenig zuverlässige Konstruktionen —, oder man setzte ihn in den Schornstein, hinter den Kessel, so daß er eine Saugwirkung ausübte, und dann kamen die glühend heißen Gase ständig mit dem Apparat in Berührung, worunter die Lebensdauer und Betriebssicherheit ganz gewaltig litt.

Das neue System Schwabach verwendet nun gleichfalls einen Ventilator und erzeugt damit ebenfalls eine Saugwirkung, aber trotzdem wird es vermieden, den Apparat in den Strom der heißen Gase zu bringen. Und zwar durch Anwendung einer ebenfalls längst bekannten Wirkung, nämlich der sogenannten Injektorwirkung.

Man denke, um sich die Sache recht veranschaulichen zu können, an die kleinen Parfüm- und Blumenspritzen, bei denen ein senkrecht Rohr in die Flüssigkeit reicht; an der Spitze dieses Rohres mündet ein zweites, wagrecht gestelltes, das anderseitig schwach trichterförmig ist. Bläst man in diesen Trichter hinein, so wird alsbald durch das erste Rohr die Flüssigkeit aus dem Gefäß hochgesaugt und in feine Staubform verteilt. Das, worauf es hier ankommt, ist die saugende Wirkung des Luft- raumes. Beim System Schwabach wird ganz ähnlich verfahren. In den Rauchabzugskanal mündet ein Rohr, dessen Öffnung nach dem Schornstein zu gerichtet ist. Wird durch dieses



Rohr mit Hilfe eines Ventilators Luft geblasen, so tritt die gleiche saugende Wirkung ein, die sich rückwärts auf den Feuerraum erstreckt. Je stärker geblasen wird, desto stärker ist der Zug, und umgekehrt. Ein Schornstein für den Zug ist dann vollständig überflüssig! Es ist nur noch nötig, einen Kamin, etwa aus Blech, aufzuführen, der die Verbrennungsgase über Dach so hoch leitet, daß sie die Umgebung nicht belästigen.

Die für diesen Zweck von Schwabach hergestellten Kamine sind in der Regel nicht über 20 m hoch und erweitern sich nach oben ganz schwach trichterförmig.

Da man den Gang des Ventilators genau regeln kann, ist man nun vollständig Herr über die Zugverhältnisse und kann im Notfall die Kessel auch vorübergehend auf ungewöhnlich hohe Leistungen bringen. Ebenso ist es ein leichtes, die Verbrennung genau so zu regeln, daß sie praktisch rauch- und rußfrei erfolgt. —

Die Kosten, die der Ventilatorenbetrieb verursacht, sollen dabei durch die bessere Verbrennung des Brennmaterials und die Möglichkeit, die Rauchgase bis auf 80 Grad abzukühlen, d. h. ihnen bis dahin die nützliche Wärme zu entziehen, mehr als aufgewogen werden.

Der hohe Schornstein ist also keine Notwendigkeit mehr, ob er aber deshalb verschwindet, ist natürlich eine andere Frage.

Die Stadt Dresden insbesondere, die sich vielfach bemüht hat, die Rauch- und Rußplage zu bekämpfen — erinnert sei in dieser Beziehung nur an die heiztechnische Prüfungsanstalt und Beratungsstelle für Einzelheizungen, die vom Rat zu Dresden in dankenswerter Weise materiell und ideell unterstützt wird, und über die wir vielleicht ein andermal berichten werden —, wird auch dem neuen Schwabachschen System ihre Aufmerksamkeit widmen und es praktisch erproben! —

[1145]

## RUNDSCHAU.

(Die Wahrnehmung der Atome.)

Mit vier Abbildungen.

Die Vorstellung, daß die Materie aus kleinsten, aber nicht unendlich kleinen Teilchen, den sog. Atomen, bestehe, ist uralte. Sie verdankt ihr Dasein der Philosophie. Schon die griechischen Philosophen Demokrit und Epikur haben die Atome als Elemente alles Vorhandenen betrachtet. In die Naturwissenschaften, speziell die Chemie, wurde der Atombegriff von John Dalton eingeführt. Er hat hier äußerst fruchtbringend gewirkt. Ja, man kann ruhig behaupten, daß ohne die Hypothese von der atomistischen Zusammensetzung des Stoffes

die glänzende Entwicklung der Chemie überhaupt nicht denkbar ist.

Trotzdem fehlt es der Hypothese nicht an Gegnern. Noch im Jahre 1903 bekämpfte der Chemiker Franz Wald den Atombegriff und suchte ihn durch andere, der Energetik entlehnte Vorstellungen zu ersetzen. Er fand dabei die Anerkennung keines Geringeren als Wilhelm Ostwalds.

In Laienkreisen ist bis in die jüngste Zeit hinein die Anschauung verbreitet, daß das Atom der Physiker und Chemiker nichts anderes als ein Phantasiegebilde sei, bestenfalls ein brauchbares Bild zur Erklärung chemischer und physikalischer Vorgänge, aber ohne jeden realen Hintergrund. Man kann da immer wieder die Frage hören: „Hat man denn überhaupt schon einmal ein Atom gesehen?“ Lange mußten die Physik und Chemie die Frage verneinen; erst die neueste Forschung gibt uns die Berechtigung, darauf mit einem unbedingten „ja“ zu antworten.

Allerdings darf man dabei nicht an ein Sehen im gewöhnlichen Sprachgebrauch denken. In diesem Sinne lassen sich die einzelnen Atome weder mit dem bloßen Auge, noch mit dem schärfsten Mikroskop wahrnehmen. Dazu sind sie viel zu klein. Wie Abbe in Jena gezeigt hat, beträgt die unterste Grenze mikroskopischer Wahrnehmung etwa  $\frac{1}{10000}$  mm. Mehr vermögen unsere besten Mikroskope unter keinen Umständen zu leisten. Nach O. E. Meyer hat aber die Wasserstoffmolekel, die bekanntlich aus zwei Atomen besteht, einen Durchmesser von ungefähr  $\frac{1}{10000000}$  mm. Ein direktes Sehen des einzelnen Atomes durch hindurchgelassenes Licht, wie es im gewöhnlichen Mikroskop stattfindet, ist also vollständig ausgeschlossen.

Aber auch die seitliche Zerstreuung des Lichts, die an kleinsten Teilchen vor sich geht (von den im Sonnenlicht wirbelnden Staubeilchen her allgemein bekannt, neuerdings in dem sog. Ultramikroskop zum Erkennen kleinster Körper benutzt), reicht vorläufig nicht hin, um Atome wahrzunehmen. Siedentopf gibt an, daß sich mit dem bisherigen Ultramikroskop noch Teilchen wahrnehmen lassen, die einen Durchmesser von  $\frac{4}{1000000}$  bis  $\frac{6}{1000000}$  mm besitzen. So lange man also nicht imstande ist, die Lichtintensität, von der die ultramikroskopische Betrachtung in erster Linie abhängt, wesentlich zu steigern, so lange wird auch das Ultramikroskop versagen, wenn es sich darum handelt, einzelne Atome sichtbar zu machen.

Trotzdem läßt sich behaupten, daß die Atome sichtbar sind: nicht die ruhenden, wohl aber die bewegten, nicht direkt, wohl aber indirekt, d. h. durch die Wirkungen, die sie hervorrufen. Geitel in Wolfenbüttel hat hier ein schönes Gleichnis gebraucht. Wie eine Flinten-



kugel in einem größeren Abstand vom Auge nicht mehr wahrgenommen wird, wenn sie ruht, sich aber sofort bemerkbar macht, sobald sie sich bewegt, indem sie z. B. ein Brett durchbohrt, oder beim Aufschlagen auf den Boden die Erde emporspritzen läßt, so sind wir seit kurzem imstande, das bewegte Atom genau auf seinem Wege zu verfolgen, seine Bahn zu fixieren, die Stelle seines Einschlagens zu erkennen und so zu der Einsicht von seiner materiellen Existenz zu gelangen. Die Atome, um die es sich hierbei handelt, werden ohne unser Zutun und ohne Unterbrechung von den verschiedenen radioaktiven Körpern geliefert, die die moderne Naturwissenschaft entdeckt hat.

Als radioaktiv bezeichnet man solche Stoffe, die selbständig, ohne durch äußere Einflüsse veranlaßt zu sein, dauernd Strahlen aussenden. Die Entdeckung des ersten radioaktiven Körpers, des Urans, durch H. Becquerel liegt 20 Jahre zurück. Seitdem ist die Zahl der radioaktiven Stoffe auf mehr als 30 gestiegen, und die Disziplin, die sich ihre Erforschung zur Aufgabe macht, hat etwa den Umfang der Wärmelehre oder der Optik angenommen. Der berühmteste radioaktive Stoff ist das Radium selbst. Es wird aus dem Uranpecherz, einem in größerer Menge in Joachimsthal im Erzgebirge vorkommenden Mineral, gewonnen. Aus dem Uranpecherz stellt man auch das gleichfalls selbststrahlende Uran und die übrigen radioaktiven Körper her, so daß man die Uranerze geradezu als Muttersubstanz der verschiedenen radioaktiven Körper bezeichnen kann. Als der führende Physiker auf dem Gebiete der Radioaktivität gilt E. Rutherford.

Lange bevor Becquerel die Radioaktivität des Urans entdeckte, war bekannt, daß das Uranpecherz eine große Menge Gas entwickelt, wenn man es mit Säure übergießt. Das Gas wurde in den Analysen des Minerals als Stickstoff bezeichnet, nicht etwa, weil man seine chemische Natur direkt festgestellt hatte, sondern weil alle sonst bekannten Gase, außer Stickstoff, bestimmt nicht damit identisch sein konnten. Als Ramsay im Jahre 1895 dieses Gas untersuchte, konnte er darin merkwürdigerweise eine geringe Menge Helium nachweisen. Bis dahin war das Heliumgas nur als Bestandteil der Sonnenprotuberanzen und der Atmosphäre verschiedener Fixsterne nachgewiesen worden. Jetzt stellte es sich als einen Bestandteil der Erde dar, wenn auch als einen sehr seltenen Bestandteil. Das Helium sollte in der Folge von großer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Naturwissenschaften werden.

Es war doch äußerst merkwürdig, daß in den Uranerzen, mit der zahlreichen Familie radioaktiver Elemente vergesellschaftet, regelmäßig das Sonnengas Helium vorkam. Das

konnte unmöglich ein Zufall sein. Hier mußte vielmehr ein innerer Zusammenhang bestehen. Den Zusammenhang stellten E. Rutherford und Fr. Soddy in der Weise her, daß sie annahmen, das Helium würde als eine Art Zeretzungsprodukt aus den radioaktiven Körpern selbst gebildet. Diese Vorstellung widersprach zwar den überkommenen Begriffen von der Unveränderlichkeit der chemischen Elemente; sie ließ sich aber durch das Experiment direkt beweisen.

Bringt man in die Seitenkammer einer Geißlerschen Röhre eine nicht zu kleine Menge Radium und pumpt den Apparat luftleer, so läßt sich leicht erreichen, daß selbst ein elektrischer Strom hoher Spannung die Röhre nicht zu passieren vermag. Die für die Geißlerschen Röhren charakteristische Lichterscheinung bleibt aus, weil es an materiellen Trägern für die Elektrizität mangelt. Überläßt man aber den Apparat einige Monate sich selbst, so erfolgt jetzt merkwürdigerweise die Leitung der Elektrizität. Das Rohr hat sich inzwischen mit einem Gase angefüllt, das durch die elektrische Entladung zum Leuchten kommt, und die spektroskopische Untersuchung ergibt, daß das Gas Helium ist. Das Helium kann hier nur dem Radium entstammen. Auch an anderen radioaktiven Elementen, z. B. dem Uran, dem Ionium, läßt sich die Bildung von Helium beobachten. Damit hatte man das regelmäßige Vorkommen dieses Gases in den Uranerzen aufgeklärt.

Ungleich schwieriger war es, den Zusammenhang der Heliumentwicklung mit der Strahlung aufzudecken, die von den radioaktiven Stoffen ausgeht.

Die Physik unterscheidet drei Arten von Strahlen radioaktiver Körper. Die Strahlen sind wesentlich voneinander verschieden. Der Einfachheit halber werden sie mit den Anfangsbuchstaben des griechischen Alphabets als  $\alpha$  (Alpha)-Strahlen,  $\beta$  (Beta)-Strahlen und  $\gamma$  (Gamma)-Strahlen bezeichnet.

Die  $\alpha$ -Strahlen lassen sich durch elektrische und magnetische Kräfte aus ihrer ursprünglichen geradlinigen Richtung ablenken. Aus der Größe der Ablenkung und der dazu erforderlichen Kräfte hat man geschlossen, daß sie nichts anderes sind als sehr kleine, positiv geladene Stoffteilchen, die sich mit geradezu ungeheurer Geschwindigkeit durch den Raum fortbewegen. Die Geschwindigkeit beträgt je nach der Art des radioaktiven Stoffes 15 000 bis 20 000 km in der Sekunde, d. h. etwa  $\frac{1}{20}$  der Geschwindigkeit des Lichts, das aber bekanntlich durch Schwingungen des Äthers zustandekommt. Ein  $\alpha$ -Teilchen könnte also etwa im Laufe von zwei Sekunden die Reise um die Erde am Äquator machen.



Auch die  $\beta$ -Strahlen werden durch den Magneten abgelenkt. Von einer materiellen Masse kann bei ihnen, praktisch genommen, jedoch nicht die Rede sein. Man spricht hier nur von einer scheinbaren Masse, die dadurch bedingt ist, daß es sich um bewegte Elektrizitätsmengen handelt. Die  $\beta$ -Strahlen-Partikelchen stellen schnell daherfliegende Atome Elektrizität dar: es sind sog. Elektronen.

Die  $\gamma$ -Strahlen endlich führen keine elektrische Ladung mit sich. Selbst mit den stärksten Magneten gelingt es nicht, sie aus ihrer geradlinigen Bahn abzulenken. Wahrscheinlich hat man sie als eine besondere Art von Licht aufzufassen. Wie dieses, sind sie nicht eigentlich materieller Natur. Ähnlich den Röntgenstrahlen durchdringen sie undurchsichtige Gegenstände, so daß man sie zur Herstellung von Schattenbildern benutzen kann. Auch hierdurch unterscheiden sie sich von den  $\alpha$ -Strahlen, die eine viel geringere Durchdringungsfähigkeit besitzen.

Bei den Betrachtungen über die Wahrnehmung der Atome interessieren in erster Linie die  $\alpha$ -Strahlen, die einzige Strahlenart auf materieller Grundlage.

Wir sahen oben, daß aus radioaktiven Stoffen regelmäßig Helium hervorgeht. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um eine Gasentwicklung gewöhnlicher Art, etwa in der Weise, wie Wasserstoff entsteht, wenn man Zink mit Salzsäure übergießt. Das Helium wird vielmehr in den  $\alpha$ -Strahlen selbst mit großer Gewalt ausgeschleudert. Den Nachweis für diese Behauptung hat Rutherford in folgender Weise erbracht: Man kann leicht die Wände eines Glasrohres so dünn herstellen, daß sie für die  $\alpha$ -Strahlen durchlässig sind, für Gase dagegen ein undurchdringliches Hindernis bilden. Füllt man ein solches (enges) Glasrohr mit Heliumgas und schließt es in ein weiteres Glasrohr ein, das als Geißlersches Rohr eingerichtet ist, so läßt sich in dem äußeren Rohr selbst nach langer Zeit kein Helium nachweisen.

Die Atome des gewöhnlichen Heliumgases vermögen eben die Glaswand nicht zu durchdringen. Anders, wenn man in das innere Glasrohr einen radioaktiven Stoff einschließt, der  $\alpha$ -Strahlen aussendet. Da gelingt der spektroskopische Nachweis des Heliums in dem äußeren Rohr immer. Das Material der Geschosse, die die radioaktiven Stoffe hervorsprühen lassen, ist also unzweifelhaft das Element Helium.

Die aus der radioaktiven Substanz mit großer Geschwindigkeit herausgeschleuderten Heliumatome fliegen durch die Luft, prallen dabei auf die Molekeln Sauerstoff und Stickstoff, aus denen die Luft hauptsächlich besteht, und zerschlagen sie in zwei Teile. Der eine Teil besitzt positive, der andere negative elektrische Ladung. Ionen nennen die Physiker diese Teile. Da das

positive Ion ebenso hoch positiv geladen ist, wie das negative Ion negativ, so erscheint die aus beiden Ionen zusammengesetzte Molekel unelektrisch.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Heliumatome bei dem Zertrümmern der Molekeln allmählich an Energie und damit an Geschwindigkeit verlieren. Sie kommen daher nach einiger Zeit zur Ruhe. Dann hat das Heliumatom eine bestimmte Strecke zurückgelegt, die man als Reichweite des betreffenden  $\alpha$ -Strahls bezeichnet. Sie beträgt für den  $\alpha$ -Strahl aus Radium ungefähr 3,3 cm. Auf diesem Wege sind von dem Heliumatom nicht weniger als 75 000 Molekeln zu Ionen zerschlagen worden. Verdünnt man die Luft, so muß das Heliumatom einen längeren Weg zurücklegen, bevor es mit der gleichen Zahl von Molekeln zusammenprallt, d. h. die Reichweite muß wachsen. Umgekehrt wird der  $\alpha$ -Strahl in komprimierter Luft, oder in einem Medium, das dichter als Luft ist, früher zur Ruhe kommen. So genügen z. B. schon drei Blatt gewöhnlichen Stanniols, um die fortgeschleuderten Heliumatome abzufangen. Trotz ihrer enormen Geschwindigkeit ist eben ihre Masse so klein, daß die dichtgelagerten und schweren Atome des Metalls seine Bewegung schnell hemmen.

Jetzt erinnern wir uns des Vergleiches der Atome mit Geschossen. Ein einzelnes ruhendes Heliumatom zu sehen, diese Erwartung haben wir zwar aufgegeben; aber ein Heliumgeschoss, ein einzelner  $\alpha$ -Strahl, könnte vielleicht Wirkungen haben, die das Auge wahrzunehmen vermöchte.

Es war längst bekannt, daß die  $\alpha$ -Strahlen beim Auftreffen auf gewisse Stoffe Lichterscheinungen hervorrufen. Setzt man z. B. einen Diamanten den  $\alpha$ -Strahlen aus, so leuchtet er in reinweißem Lichte auf. Billiger als Diamant und ebenso wirksam sind gewisse andere kristallisierte Substanzen. Besonders eignet sich zu den Versuchen die chemische Verbindung von Zink und Schwefel, die sog. Zinkblende, die sich zu einem grünlichweißen Pulver zerreiben und mit Hilfe eines geeigneten Bindemittels auf Papier oder Glas auftragen läßt. Die Masse heißt nach dem Forscher, der sie zuerst künstlich hergestellt hat, auch Sidot-Blende. Nähert man einem solchen Zinkblendeschirm im dunkeln Raume ein Radiumpräparat, so strahlt er in lebhaft blaugrünem Lichte auf. Das Licht wird unmerklich, sobald man eine Metallplatte zwischen Leuchtschirm und Radium hält. Jetzt vermögen nur noch die durchdringenden  $\gamma$ -Strahlen zu dem Schwefelzink zu gelangen. Die  $\alpha$ -Strahlen sind es also in der Tat, die das Licht erregen.

Solange man die Erscheinung an einem starken Radiumpräparat beobachtet, erscheint



das Licht flächenhaft und so stark, daß man Einzelheiten nicht unterscheiden kann. Nimmt man aber ein genügend schwaches Präparat, so löst sich der Lichtschimmer in eine Anzahl feinsten Lichtpünktchen auf, die sich besonders mittels einer Lupe gut unterscheiden lassen. Jeder Punkt leuchtet immer nur einen Augenblick; dann verschwindet er wieder. Die interessante Erscheinung wurde gleichzeitig von Elster und Geitel in Deutschland und von Crookes in England entdeckt.

Die beiden deutschen Forscher gingen bei ihren Untersuchungen von der Tatsache aus, daß das Radium zwar in sehr geringer Gesamtmenge auf der Erde vorkommt, daß es sich aber in höchster Verdünnung fast in allen Rohmaterialien, dem Erdboden, den gewöhnlichen Felsarten, also auch in den Bausteinen der Häuser, vorfindet. In der Luft, die wir einatmen, noch mehr aber in der Luft, die in den Poren des Erdreichs und in unterirdischen Räumen eingeschlossen ist, finden sich Spuren eines radioaktiven Gases, der sog. Radiumemanation, d. h. einer Tochtersubstanz des Radiums, die aus ihm durch Atomzerfall unter Abspaltung eines Heliumatoms entsteht, und winzige Mengen anderer radioaktiver Elemente. Elster und Geitel haben nun ein Verfahren entdeckt, diese in der Luft schwebenden Spuren radioaktiver Materie auf die Oberfläche beliebiger Körper zu bannen, sie gewissermaßen einzufangen, wie man Fliegen mittels Leim einfängt. Der Vorgang beruht darauf, daß jene Stoffe positiv elektrisch geladen sind, also von negativ elektrisierten Körpern angezogen werden. Die Forscher führten in eine große Glocke aus Eisenblech, die mit ihrer unteren, offenen Seite in die Erde gegraben war, eine Rolle aus Karton ein. Die Rolle trug einen Überzug von Schwefelzink und wurde durch eine elektrische Batterie negativ geladen. Auf diese Weise fingen Elster und Geitel auf der Rolle die radioaktiven Stoffe auf, die dem Erdboden entstammten.

In einem dunkeln Zimmer zeigten sich an dem Schwefelzink zahlreiche aufblitzende und sofort wieder verschwindende Lichtpünktchen. Die Erscheinung ist ungemein reizvoll. Sie erinnert an den Anblick, den ein Nebelfleck am Himmel gewährt, wenn man ihn durch ein Fernrohr von großer raumdurchdringender Kraft betrachtet. Mit überzeugender Gewalt drängte sich bei dem Anblick den Forschern der Gedanke auf, daß überall da, wo ein Lichtpunkt aufblitzte, die Energie eines einzelnen radioaktiven Atomes in die Erscheinung getreten war.

Um das Aufleuchten und Verschwinden der Pünktchen, das man nach einem in der Astronomie für das Funkeln der Sterne gebräuchlichen Ausdruck als Szintillieren bezeichnet, genauer

verfolgen zu können, hat Crookes ein besonderes Instrument konstruiert. Es besteht aus einem kleinen Leuchtschirm, vor dem an einer Spitze ein Körnchen radioaktiver Substanz angebracht ist. Diese sendet ständig  $\alpha$ -Strahlen aus und bringt den Leuchtschirm zum Szintillieren. Vor dem Schirm befindet sich eine starke Lupe, die den Vorgang unmittelbar in geeigneter Vergrößerung zu beobachten gestattet. Das Instrument hat von Crookes den Namen Szinthariskop erhalten.

Indessen ist die Zählmethode mit Hilfe des Szinthariskops nicht ganz einfach in ihrer Ausführung. Das hat Rutherford und Geiger veranlaßt, sie zu vervollkommen.

Sie benutzten ein stark luftverdünntes Gefäß, das an seinem Boden die radioaktive Substanz enthielt. Deren Strahlen fielen aber nicht auf einen mit Schwefelzink bestrichenen Schirm, sondern direkt auf ein dünnes, durchsichtiges Kristallplättchen aus Zinksulfid oder Diamant. Das Plättchen befand sich im Gesichtsfelde eines Mikroskops. Dann wurde durch Blenden aus Metall die Zahl der auftreffenden  $\alpha$ -Partikelchen so weit heruntersetzt, daß etwa nur alle zwei Sekunden ein Partikelchen auf die Beobachtungsstelle fiel. So ließen sich die auftreffenden Teilchen in aller Ruhe zählen, und man konnte weiter berechnen, wie viele z. B. ein Gramm Radium in einer Sekunde nicht nur in dieser Richtung, sondern nach allen Seiten abgibt.

Auch nach einem anderen Prinzip haben Rutherford und Geiger diese Zahl bestimmt. Statt des Kristallplättchens benutzten sie hierbei Kondensatorplatten. Die verschiedenen sog. Kondensatormethoden gestatten gleichzeitig, die elektrische Ladung der einzelnen Stoffteilchen zu bestimmen. Alle Methoden führten zu dem prinzipiell gleichen Resultat.

Es ist nun interessant, daß die Stoffe, die das Aufleuchten zeigen, in gleicher Weise auf mechanischen Stoß reagieren. Läßt man z. B. ein Schrotkorn aus einiger Höhe auf einen Kristall von Schwefelzink fallen, so beobachtet man an der betreffenden Stelle einen Lichtpunkt. Nun ist allerdings die Masse eines Heliumatoms gegenüber der Masse eines Schrotkorns verschwindend klein. Aber die Wucht des Aufpralls hängt ja außer von der Masse auch von der Geschwindigkeit der Bewegung ab. Diese beträgt aber bei dem  $\alpha$ -Strahl etwa das 20 000fache von der Maximalgeschwindigkeit, die wir einem Geschosse mitzuteilen vermögen. Durch Rechnung läßt sich feststellen, daß es möglich sein müßte, die durch den Stoß eines einzigen  $\alpha$ -Strahls bedingte Lichtentwicklung zu sehen, wenn auch nur  $\frac{1}{100}$  der Bewegungsenergie in sichtbares Licht würde verwandelt werden. Unser Auge ist eben ein



wunderbar empfindliches Werkzeug. Es befähigt uns, tatsächlich die Einschlagstelle des Atomgeschosses wahrzunehmen.

Aber zu dem ordnungsmäßigen Verlauf eines Schießens nach der Scheibe gehört auch, daß die am Kugelfange aufgelesene Menge der Geschosse übereinstimmt mit der Zahl der Schüsse, die am Schützenstande abgegeben wurden. Soviel  $\alpha$ -Strahlen also ein radioaktiver Stoff in einer bestimmten Zeit aussendet, soviel Heliumatome müssen in Freiheit gesetzt worden sein. Auch hierfür ließ sich der Beweis erbringen.

Durch direkte Messungen konnte festgestellt werden, daß  $6\frac{1}{3}$  g Radium erforderlich sein würden, um im Laufe eines Jahres 1 ccm Heliumgas zu liefern. Es war nun nur noch zu ermitteln, wieviel einzelne  $\alpha$ -Strahlenschüsse diese Radiummenge in der angenommenen Zeit abgibt. Einfache Zählung konnte selbstverständlich nicht zum Ziele führen. Man nahm daher eine möglichst kleine, aber genau abgewogene Menge Radium und zählte die Lichtpünktchen, die infolge der Strahlung im Laufe einer Stunde auf einem Zinkblendekristall aufleuchteten. Dann berücksichtigte man noch die Anzahl der Schüsse, die fehlgehen mußten, weil der Kristall nicht in ihrer Flugbahn lag, und endlich rechnete man die gefundene Zahl auf das Jahr und die erforderliche Gesamtmenge an Radium um. So erhielt man die Anzahl Atome, die in 1 ccm Heliumgas enthalten sind.

Nun hatte schon lange vor dem Bekanntwerden der radioaktiven Erscheinungen, im Jahre 1865, der Wiener Physiker Loschmidt ein Verfahren gefunden, mittels dessen sich allein auf der Grundlage der Molekulartheorie der Gase die Anzahl von Molekeln in 1 ccm eines Gases (bei  $0^\circ$  und 760 mm Druck) berechnen läßt. Man nennt den gefundenen Wert die Loschmidtsche Zahl. Später ist eine ganze Reihe von Methoden, auf verschiedenen Überlegungen beruhend, ausgearbeitet worden, um diese Zahl aufzufinden. Die neueste Methode hat die von Lummer, Pringsheim u. a. experimentell ermittelten Gesetze der Wärmeausstrahlung zur Grundlage. Die Berechnungen wurden auf Grund höchst interessanter theoretischer Betrachtungen von dem Berliner Professor Planck angestellt und ergaben als Wert für die Loschmidtsche Zahl  $27,6 \cdot 10^{18}$ . Diese Zahl läßt sich auch durch 276 und 17 Nullen am Ende darstellen = 27,6 Trillionen. 1 ccm eines beliebigen Gases enthält also bei  $0^\circ$  und 760 mm Druck 27,6 Trillionen Molekeln. Bei der überwiegenden Mehrzahl der elementaren Gase besteht die Molekel aus zwei Atomen. Das Helium gehört zu den elementaren Gasen, die eine Ausnahme bilden. Bei ihm fällt der Begriff Molekel mit dem Begriff Atom zusammen. Folglich enthält 1 ccm

Helium auch 27,6 Trillionen Heliumatome. Die Zählung der  $\alpha$ -Teilchen, die mittels der verschiedenen Methoden vorgenommen wurde, hat nun zu der gleichen Zahl geführt.

Es ist das ein Ergebnis, wie es in ähnlicher Weise kaum in anderen Gebieten der Naturwissenschaft wiederkehrt. Wir finden hier zwei Gebiete vereinigt, die sonst nichts miteinander zu tun haben: die Lehre von den Gasen und die Radioaktivität. Für beide ist zur Erklärung und Zusammenfassung der experimentell gefundenen Ergebnisse eine Anzahl Theorien aufgestellt worden, bei den Gasen über die Bewegung der Molekeln, bei der Radioaktivität über den Zerfall der radioaktiven Stoffe usw. Die Theorien der beiden Einzelgebiete haben nichts miteinander zu tun; sie werden nur in Übereinstimmung mit der Erfahrung befunden. Nun findet sich ein Punkt, wo sie sich (fast zufällig) berühren, und da ergeben beide genaue Übereinstimmung: ein äußerst wertvoller Prüfstein für die Theorien, wie er besser gar nicht gefunden werden kann.

(Schluß folgt.) [1213]

## NOTIZEN.

### (Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Die Prüfstelle für Ersatzglieder in Charlottenburg, unter der Leitung von Senatspräsident Prof. Dr.-Ing. Konrad Hartmann als Vorsitzendem und Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger als technischem Betriebsleiter, prüft nur das Ersatzglied, sei es Arm oder Bein, auf seine Brauchbarkeit in scharfer Benutzung, seine konstruktive Durchbildung und die Zweckmäßigkeit des verwendeten Materials. Bei der Prüfung, insbesondere der Arme, werden nur wirkliche Betriebsmaschinen der regelrechten Fabrikation verwendet, die die Berliner Großbetriebe in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellt haben. Von den in den meisten Lazarettwerkstätten sonst gewöhnlich verwendeten kleinen Betriebsmaschinen ist abgesehen worden, weil sie eine zuverlässige Erprobung der Ersatzglieder im wirklichen Betriebe nicht gestatten. Bei der Prüfung kommt also der kriegsbeschädigte Mensch weniger in Betracht, denn die Prüfstelle strebt an, nur geübte Facharbeiter, die geschickt und vollständig geheilt sind und Lust und Liebe zu dieser Sache haben, zu verwenden. Diesen Leuten werden der Reihe nach die verschiedenartigen Ersatzglieder — wir haben in Deutschland etwa 30 Arm- und 50 Bein konstruktionen — angepaßt, und sie sind daher zusammen mit den leitenden Ingenieuren am besten in der Lage, die besondere Eignung, die besonderen Mängel und gegebenenfalls auch die Verbesserungsfähigkeit des zu prüfenden Ersatzgliedes zu beurteilen. Es werden dann von sachverständigen Ingenieuren die notwendigen Zeichnungen angefertigt und gegebenenfalls die Umänderungen sofort ausgeführt. Durch die Zusammenarbeit mit den im Prüfungsausschuß vertretenen namhaften Chirurgen, Orthopäden und Bandagisten ist dann dafür gesorgt, daß außer der technischen auch die ärztliche Seite des Ersatzgliedes nicht zu kurz kommt. Die Arbeit der Prüfstelle hat schon heute eine Reihe wichtiger Gesichtspunkte, insbesondere in der Normali-



sierungsfrage, ergeben und konstruktive Änderungen verschiedenster Art zur Folge gehabt. Sie ist der beste Beweis dafür, wie unerlässlich die Mitarbeit der Ingenieure an der Lösung der Ersatzgliederfrage ist. [1342]

**Selen zur Glasfärbung\*).** Das chemische Element Selen hat zwar nur wenige, aber ganz charakteristische Anwendungsgebiete, z. B. wird seine photoelektrische Eigenschaft vielfach benutzt. Die Hauptmenge der jährlichen Produktion von etwas über 500 kg aber wird zur Rotfärbung in der Glasindustrie angewendet. Es bietet den Vorteil, daß das Glas nach seiner Herstellung nicht ein zweites Mal zur Färbung erhitzt zu werden braucht. Außerdem ist Selen erheblich billiger als Chlorgold oder andere zur Rotfärbung brauchbare Chemikalien. Zur Herstellung von rotem, rosarotem und orange gefärbtem Glas wird Selen oder eine Selenverbindung und Kadmiumsulfid gebraucht. Die in den verschiedenen Glasgesellschaften nach reichlichen Versuchen verwendete Formel für die Zusammensetzung eines schönen Korallenglases weicht von den früheren Patentschriften ab, sie ist gegenwärtig:

Sand . . . . .	100
Soda . . . . .	20
Pottasche . . . . .	8
Kalk . . . . .	7
Borax . . . . .	0,5
Kryolith . . . . .	13
Selen . . . . .	0,3
Kadmiumsulfid . . . . .	0,7
Schwefel . . . . .	0,23

Ein durchsichtiges gelbrotes Glas wird gewonnen nach der Formel:

Sand . . . . .	100
Soda . . . . .	12
Pottasche . . . . .	10
Mennige . . . . .	20
Kalk . . . . .	10
Selen . . . . .	0,2—0,3
Uranoxyd . . . . .	0,06

Vermutlich lassen sich Selenverbindungen vorteilhafter verwenden als das metallische Selen, da die Selenalze in der Hitze des Schmelzofens beständiger sind, weniger leicht verflüchtigen und oxydieren. — In Deutschland wird Selen in einer Natriumverbindung besonders noch zur Glasbleichung benutzt. Mit Selen gebleichtes Glas wird ungewöhnlich klar und glänzend. Nach neueren Verfahren benutzen die Amerikaner Selen in einer Verbindung mit Mangan zu gleichem Zwecke. P. [1241]

**Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen.** Der bekannte Leipziger Anatom Spalteholz gibt in dem Büchlein mit dem vorstehenden Titel den Weg an, auf dem menschliche und tierische Organe durch Durchtränkung mit Flüssigkeiten so durchsichtig werden, daß sie im Innern vieles, was gewöhnlich nur durch Sektion oder Operation zu ermitteln ist, erkennen lassen. Dasselbe, was der Mikroskopiker zum Einschluß seiner Präparate beobachtet, ist auch für diese Technik kennzeichnend, nur daß es sich hier um makroskopische Objekte handelt.

Die Flüssigkeiten setzen sich aus Gemischen stark lichtbrechender Chemikalien, hauptsächlich von Benzylbenzoat und Salizylsäuremethylester, zusammen.

\*) *Scientific American* 1915, S. 361.

Die meist noch nötige Vorbereitung besteht in Enthaarung, Entschuppung, Bleichung und künstlicher Färbung der Objekte, um die zu studierenden Einzelheiten besonders hervorzuheben; oft müssen auch die Adern mit Farbstoffen gefüllt werden, damit sie deutlicher hervortreten. Aichberger-München. [1201]

**Eine eigenartige Treibschlacke in der Nordsee** dürfte sicher einem jeden Besucher eines Nordseebades aufgefallen sein. Bei allen Winden aus westlicher Richtung wird diese dunkelgraue, poröse, bienenwabenähnliche Schlacke, welche beim Zerschlagen einen deutlichen Geruch von Schwefelwasserstoff hat, an den Strand geworfen. Lange Zeit ist man über die Herkunft dieser eigenartigen Schlacke im unklaren gewesen, und die namhaftesten Forscher erklärten sie für eine vulkanische Lava, die von Island, von den Kanarischen Inseln oder von einem submarinen Vulkan stammen müsse. Vor mehreren Jahren endlich gelang es dem schwedischen Gelehrten Bäckström, das Rätsel dieser Schlacke zu lösen. Er bereiste alle Gestade der Nordsee und kam endlich auch nach Middlesborough in England, wo diese Schlacke aus den Eisenhochöfen direkt ins Meer geschüttet wird und dann mit der durchweg nach Osten gerichteten Meeresströmung an die östlichen Küsten der Nordsee gelangt. Aber damit ist die Frage noch nicht vollständig geklärt, kommt doch namentlich auch in Norwegen eine Schlacke vor, die zweifellos vulkanischen Ursprungs ist. Woher stammt diese? Auch an der deutschen Küste ist nicht selten Bimsstein zu finden, und auch hier ist das Rätsel noch nicht gelöst. Alle Schlacken aber haben lange im Wasser gelegen und sind deshalb mit zahlreichen Tieren und Algen des Meeres ganz bedeckt. Außen sitzen die zierlichen Hydroidpolypen, in den Poren kleine Muscheln und Krebschen, manchmal haben auch Entenmuscheln, *Lepas*, die treibende Schlacke zum Anheften benutzt. Für Naturfreunde bietet die Schlacke immer neue Anregung. Philippsen-Flensburg. [1129]

**Canopus\*).** Obwohl dieser Stern uns etwas weitem hell als der Sirius erscheint, ist er doch bei weitem größer als dieser, was mit seiner erheblich größeren Entfernung von uns zusammenhängt. Sein Durchmesser ist 134 mal größer als der der Sonne, seine Oberfläche daher 18000 mal so groß wie die Sonnenoberfläche, und sein Rauminhalt ist 2420000 mal größer. Bezüglich der Strahlung übertrifft er die Sonne 49700 mal. Wir haben es also mit einer Riesensonne in unserem Sternsystem zu tun. Seine Entfernung von uns beträgt 489 Lichtjahre (das Licht braucht etwa 8 Minuten, um von der Sonne zu uns zu kommen). Nehmen wir an, Canopus befände sich anstatt in dieser ungeheuren Entfernung von uns vielmehr in Sonnennähe herangerückt, so würde er von der Erde aus betrachtet uns in einem Winkel von etwa 70 Grad erscheinen. Wenn er also unten gerade den Horizont berührte, so würde sein entgegengesetzter Rand nur 20 Grad vom Zenit entfernt sein. Bei seiner enormen Strahlung wäre dann natürlich an ein Leben auf der Erde nicht zu denken. Nach neueren Beobachtungen scheint Canopus tatsächlich eine Zentralstellung in unserer Sternwelt einzunehmen, von der unser Sonnensystem eben 489 Lichtjahre entfernt ist. Zahlreiche Spekulationen über die etwaige Bahn der Sonne um dieses Zentrum knüpfen sich an diese Vermutung an. P. [1136]

\*) *Scientific American* 1913, S. 317 u. 396.



# BEIBLATT ZUM PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE  
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1376

Jahrgang XXVII. 24

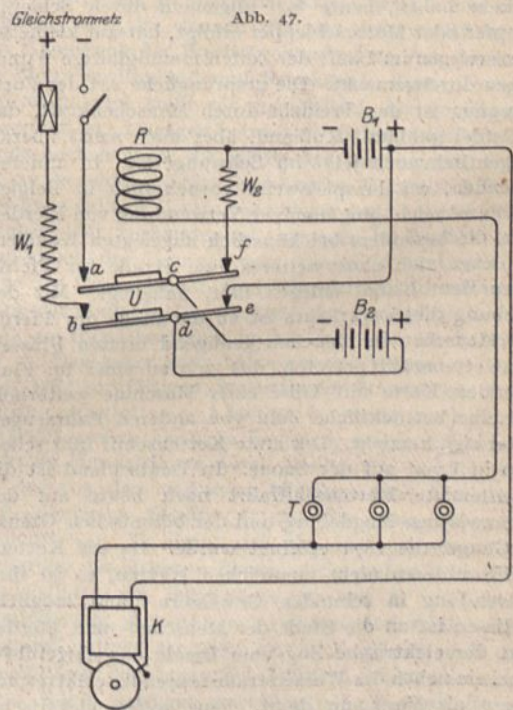
11. III. 1916

## Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

### Elektrotechnik.

Betrieb von Schwachstromanlagen vom Starkstromleitungsnetz aus. (Mit einer Abbildung.) Die gewöhnlich zum Betrieb von Schwachstromanlagen verwendeten Elemente sind nur wenig wirtschaftlich und wenig belastungsfähig, ihre Spannung läßt sich rasch nach, sie trocknen leicht aus, müssen häufig nachgesehen und ersetzt werden und beanspruchen auch unverhältnismäßig viel Raum. Man hat sich deshalb schon seit längerer Zeit bemüht, die Starkstromnetze auch zum Betriebe der Schwachstromanlagen heranzuziehen, und für Wechselstromnetze ist die Aufgabe auch durch die Reduktortransformatoren\*) ganz glücklich gelöst, kleine Transformatoren, welche bei ganz geringem Leerlaufverlust den Starkstrom auf etwa 4—8 Volt für den Schwachstrombetrieb heruntertransformieren. Für den Anschluß von Schwachstromanlagen an ein Gleichstromstarknetz sind diese sogenannten „Klingeltransformatoren“ aber naturgemäß nicht zu brauchen. Neuerdings ist es aber der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft Hydrawerk in Charlottenburg gelungen, eine Einrichtung zu schaffen, welche es ermöglicht, eine zum Betriebe der Schwachstromanlage dienende Akkumulatorenbatterie aus dem Gleichstromstarknetz selbsttätig und dem Verbrauch entsprechend immer wieder aufzuladen, ohne daß indessen eine direkte Verbindung zwischen Starkstrom- und Schwachstromnetz bestände. Die Schaltung einer solchen mittels Sekundärbatterie vom Gleichstromnetz betriebenen Schwachstromanlage zeigt die beistehende Abbildung 47. Die aus der Klingel  $K$  und den Tastern  $T$  bestehende Schwachstromanlage erhält ihren Strom aus der Akkumulatorenbatterie  $B_1$ . In deren Stromkreis liegt die Wicklung  $R$  eines Relais, welches den Umschalter  $U$  mit den beiden Drehpunkten  $c$  und  $d$  betätigt, dessen Kontakte  $a$  und  $b$  die Verbindung mit dem Starkstromnetz herstellen. Im Ruhezustande der Anlage, der in der Schemaskizze dargestellt ist, ist die Hilfsbatterie  $B_2$  durch die beiden Umschalterkontakte  $e$  und  $f$  und den Dämpfungswiderstand  $W_2$  parallel zur Batterie  $B_1$  geschaltet. Wird durch Druck auf einen der Tastern  $T$  die Klingel  $K$  eingeschaltet, d. h. der Schwachstromkreis geschlossen, so fließt der Strom vom positiven Pol der Batterie  $B_1$  über  $K$ ,  $T$  und  $R$  zum negativen Pol zurück, wobei das Relais  $R$  erregt wird und den Doppelanker des Umschalters  $U$  anzieht, so daß die Kontakte  $e$  und  $f$  geöffnet und die  $a$  und  $b$  geschlossen werden. Damit ist die Batterie  $B_2$  aus dem Schwachstromkreise ausgeschaltet, während aus dem Gleichstromnetze ein durch den Widerstand  $W_1$  geregelter Ladestrom zur Batterie  $B_2$  fließt. Während also der Schwachstromkreis seinen Strom

aus der Batterie  $B_1$  entnimmt, wird die mit dem Schwachstromkreise gar nicht in Verbindung stehende Batterie  $B_2$  aus dem Netz aufgeladen. In dem Augenblicke aber, in dem die Stromentnahme aus der Batterie  $B_1$  aufhört, d. h. wenn der Taster  $T$  losgelassen wird, läßt das Relais  $R$  den Anker wieder los, die Kontakte  $a$  und  $b$  öffnen sich und unterbrechen dadurch die Verbindung mit dem Starkstromnetze, und durch



Schaltungsschema für den Betrieb einer Schwachstromanlage von einem Gleichstrom-Starkstromnetze aus.

das gleichzeitige Schließen der Kontakte  $e$  und  $f$  werden beide Batterien wieder parallel geschaltet, so daß  $B_2$  die aus dem Starkstromnetz erhaltene Ladung über den Widerstand  $W_2$  an  $B_1$  abgibt. Da der Widerstand  $W_1$  so gewählt wird, daß die Batterie  $B_2$  bei der Ladung einen stärkeren Strom aufnimmt als  $B_1$  bei der Betätigung der Klingel, also bei der Entladung, abgibt, und weil die Ladung der einen Batterie genau so lange dauert wie die Entladung der anderen, so muß die Batterie  $B_1$  stets selbsttätig unter voller Ladung gehalten werden. Eine Überladung kann aber nicht eintreten, weil die Zahl der Zellen von  $B_2$  größer ist als die von  $B_1$ , so daß sich  $B_2$  immer stark entladet, wenn sie mit  $B_1$  parallel geschaltet ist. Der von  $B_2$  nach  $B_1$  fließende Strom wird aber durch den Widerstand  $W_2$  so geregelt, daß auch für  $B_1$  keinerlei Über-

\*) Vgl. Prometheus, Jahrg. XXIV, Nr. 1216, S. 310.



ladungsgefahr besteht. Da es sich im ganzen stets nur um kleine Ladungsmengen handelt, braucht die Kapazität beider Batterien nicht sehr groß zu sein, selbst dann nicht, wenn es sich um größere Schwachstromanlagen handelt. Neben der wegen der vielen Störungen an sich wünschenswerten Verminderung der Elemente bringt das vorstehend skizzierte „Doppelbatteriesystem“ die Vorzüge der Akkumulatorenbatterie für Schwachstrombetrieb, wie konstante Spannung und starke Überlastbarkeit, voll zur Geltung, und da die Aufladung dauernd selbsttätig erfolgt und eine Überwachung der Batterien nicht erforderlich ist, arbeitet eine mit Hilfe dieser Einrichtung an ein Gleichstromnetz angeschlossene Schwachstromanlage trotz der nur teilweisen Ausnutzung der Netzspannung und trotz des Eigenverbrauches wirtschaftlicher als eine solche mit Primärelementen, besonders wenn es sich um eine umfangreichere Schwachstromanlage handelt.

F. L. [1288]

**Elektrischer Schiffsantrieb vom Lande aus.** Die Fortbewegung von Lastschiffen, die auf großen und genügend tiefen Wasserstraßen, die einen stärkeren Verkehr haben, heute fast allgemein durch Schleppdampfer oder Motorschlepper erfolgt, hat auf kleineren Wasserwegen im Laufe der Zeiten mannigfaltige Wandlungen durchgemacht. Die ursprüngliche Art der Fortbewegung ist das Treideln durch Menschenkraft, das in Ostdeutschland, Rußland, aber auch sonst überall gelegentlich noch jetzt im Schwange ist. In anderen Gegenden, wie beispielsweise vornehmlich in Belgien und Frankreich, ging man zur Verwendung von Pferden über, die besonders bei künstlich angelegten Kanälen, bei denen sich ohne weiteres eine Straße für Pferde neben dem Kanal anlegen läßt, naheliegt. Mit der Belegung dieses Verkehrs ist an die Stelle der Pferde und Menschen in manchen genügend breiten Flüssen das Kettenschiff getreten, das sich an einer im Fluß liegenden Kette mit Hilfe einer Maschine wiederholt und eine beträchtliche Zahl von anderen Fahrzeugen hinter sich herzieht. Das erste Kettenschiff fuhr schon 1820 in Lyon auf der Saone. In Deutschland ist die bedeutendste Kettenschiffahrt noch heute auf der Elbe zwischen Magdeburg und der böhmischen Grenze im Gange, die 1871 eröffnet wurde. Da die Kettenschiffe anderen nicht ausweichen können, so ist ihre Verwendung in schmalen Gewässern nicht möglich. In diesen ist an die Stelle der Menschen- und Pferdekraft der elektrische Zug vom Lande aus eingeführt, wobei ein neben der Wasserstraße fahrender elektrischer Wagen als Vorspann dient. Eine solche elektrische Tauerlei ist z. B. im Teltowkanal 1903 eröffnet, ferner in dem sehr wichtigen 80 km langen Kanal zwischen Brüssel und Charleroi seit 1899 im Gange. Auch hier ist die freie Schifffahrt ein wenig durch diese Treidelschiffahrt behindert, ebenso wie bei den Kettenschiffen. Außerdem besteht eine gewisse Schwierigkeit, wenn sich zwei Schleppzüge begegnen; an einigen Wasserstraßen hat man für diesen Fall besondere Ausweichstellen eingerichtet, an anderen tauschen die sich begegnenden Schleppzüge die Lokomotive aus. Vermindert werden nun die Schwierigkeiten, die sich beim Begegnen von Schleppzügen und mit anderen Fahrzeugen ergeben, bei einem neuen Projekt, mit dem vor kurzem ein Herr E. Frikart aus Zofingen (Aargau) an die Öffentlichkeit getreten ist. Er braucht zwar für sein Projekt auch Schienen- und Stromleitung am Lande, außerdem aber auch noch einen Schlepper auf dem Wasser, der gewissermaßen also noch ein Zwischen-

glied zwischen dem Schleppzug und der Lokomotive bildet. Die Schleppschiffe sollen von einem kleinen Schlepper gezogen werden, der immer dicht an einem Flußufer fährt und mit einem Elektromotor ausgerüstet und durch ein Kabel mit dem Lande verbunden ist. Am Ufer wird auf Masten die elektrische Leitung entlanggeführt, von der ein kleiner Motorwagen angetrieben wird, der vor und hinter sich einen Kabelträgerwagen hat. Neben der Schienenleitung für die Wagen ist die elektrische Hauptleitung verlegt, von der die Kabel den Strom zum Schlepper leiten. Die zum Schiff führenden Kabel sind durch eine Art Flaschenzug dehnbar gemacht, so daß das Schiff seinen Abstand vom Ufer etwas verändern kann. Die Eigenart dieses Projektes besteht hauptsächlich in den dehnbaren Kabeln und in der verhältnismäßig billigen Landanlage, die man daher auch gut an beiden Ufern anordnen kann, so daß für Hin- und Rückfahrt ausgezeichnet gesorgt ist. Ob sich wirtschaftlich auch gegenüber dem gewöhnlichen elektrischen Schiffszug Vorteile ergeben werden, muß ein Versuch lehren. Die Frage ist die, ob die Fortbewegung des Schleppers auf dem Wasser mit Hilfe einer Schraube oder von Heck- oder Seitenrädern günstiger ist als die Bewegung einer elektrischen Lokomotive am Lande, die ein hohes Gewicht und daher einen sehr schweren Unterbau haben muß, um eine hohe Schleppkraft, wie sie die modernen großen Lastschiffe erfordern, zu entwickeln.

Stt. [1190]

### Bergwesen.

**Die hydraulische Sprengpumpe und ihre Verwendungsmöglichkeit im Bergbau.** Zu diesem Thema, das infolge der Beschlagnahme der Sprengmittel nicht des Interesses entbehrt, äußert sich Dr. F. R. M. Behr in Nr. 48 der bergtechnischen Wochenschrift „Der Bergbau“ folgendermaßen:

Die hydraulischen Sprengpumpen sind zuerst im englischen Steinkohlenbergbau angewendet worden; insbesondere in den Steinkohlengruben von Wales, in denen Sprengungen mit Dynamiten wegen des hohen Schlagwettergehaltes sehr gefährlich sind. Prof. T ü b e n - Berlin gebührt das Verdienst, sie auch in Deutschland eingeführt zu haben; ihre Verbreitung ist aber bis heute nicht sehr groß. Die deutschen Sprengpumpen, unter denen die der Firma E r n s t H e c k e l in Saarbrücken die gebräuchlichsten sind, arbeiten alle nach dem gleichen Prinzip.

Die Sprengpumpe besteht aus einer Druckwasserpumpe, einem Druckwasserrohr und einem Stahlzylinder mit den die eigentlichen Sprengungen bewirkenden Stahlstempeln. In dem Stahlzylinder sind 6—8 kleine Teleskopdruckstempel reihenförmig angeordnet, welche zum Innenraum des Stahlzylinders einen sehr engen, fast kapillaren Durchlaß haben, im Innern aber geräumiger ausgebohrt sind.

Durch diese Anordnung wird die allmähliche Steigerung des Druckes bewirkt, auf welcher die sprengende Wirkung beruht. Das zur Sprengung benötigte Wasser wird einem kleinen Behälter entnommen, welcher am wagerechten Teile des Druckrohres aufgehängt ist; zweckmäßig verwendet man nur säurefreies Wasser, dem man bei Frostgefahr einen Zusatz von 10—15% Glycerin gibt.

Gebrauch und Handhabung der Sprengpumpe sind recht einfach. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Sprengwirkung soll das Bohrloch möglichst horizontal gelegt werden. Die kleineren Teleskopstempel müssen



vor dem Einsetzen des Druckzylinders völlig zurückgeschoben worden sein, damit das Bohrloch genau dem äußeren Zylinderumfang entsprechen kann. Denn toter Raum zwischen Zylinder und Bohrlochwand ist möglichst zu vermeiden, um den Gesamthub der Druckstempel vollkommen ausnutzen zu können. Zur Erhöhung der Druckwirkung werden zwischen Zylinder und Bohrlochwand noch Stahlblechstreifen von der ganzen Länge des Bohrloches eingeführt.

Eine einzelne Sprengpumpe mit Zubehör wiegt 28 kg.

Die Sprengpumpen wurden letzthin in Deutschland beim Abbruch der Berliner Weidendammbrücke mit Erfolg verwendet, wo es galt, das harte Klinkerzementmauerwerk, dessen Abspregung von Hand zu zeitraubend und kostspielig geworden wäre, zu sprengen. Das Lossprengen eines Mauerblockes konnte durchschnittlich innerhalb von 35 Minuten nach dem ersten Ansetzen des Bohrhammers erfolgt angesehen werden.

Im Bergbaubetriebe kommt die Sprengpumpe besonders bei klüftigen und spröden Gebirgsverhältnissen in Frage.

Ws. [1248]

### Schiffbau.

Der Weltschiffbau im Jahre 1915. In den letzten zehn Jahren vor dem Kriege hat sich die Welthandelsflotte jährlich um durchschnittlich 2,3 Mill. Tonnen an neu erbauten Schiffen vermehrt, und von dieser Neubautonnage entfielen 60 v. H. auf britische Werften (ohne Kolonien), 12 v. H. auf die Vereinigten Staaten und 10 v. H. auf Deutschland. Durch den Krieg hat sich nun das Bild im Weltschiffbau ganz erheblich verschoben. Da 1914 noch zum Teil friedlich verlief und in den ersten Kriegsmonaten sich die wirtschaftlichen Folgen, die für den Schiffbau hauptsächlich in Arbeitermangel bestehen, noch wenig bemerkbar machten, so zeigen die Zahlen über die Jahreserzeugung an neuen Schiffen in 1914 noch keine starke Veränderung gegen die Vorjahre. Um so deutlicher tritt aber die Wirkung des Krieges in der Schiffbaustatistik für 1915 hervor. Diese Wirkung führt zu wesentlichen Verschiebungen wirtschaftlicher Art, mit denen wir Deutschen letzten Endes ganz zufrieden sein können, weil davon in erster Linie England betroffen wird.

Die gesamte Erzeugung an neuen Schiffen im Jahre 1915 in allen Ländern beläuft sich nach einer englischen Statistik, die wir auf Grund einiger genauer Stichproben als zuverlässig bezeichnen können, auf 1655 Fahrzeuge mit 1 671 610 Tonnen brutto gegenüber 3165 mit 3 484 171 in 1914 und einer noch etwas größeren Erzeugung in 1913. Es wurden also 1915 nur halb so viele Schiffe (nur Handelsschiffe) gebaut wie im Vorjahre. Diese geringe Neubautätigkeit ist zum großen Teil an der ungeheuren Höhe der Seefrachten schuld, unter denen insbesondere England, Frankreich und Italien leiden. Infolge der hohen Frachten kosten beispielsweise in Italien die Kohlen jetzt bereits fast 10 M. der Zentner! Seit Beginn des deutschen Unterseebootkrieges am 18. Februar 1915 bis zum 1. Januar 1916 sind allein durch Minen und Unterseeboote über 1,9 Mill. Tonnen Schiffsraum feindlicher Länder vernichtet worden, wozu noch etwa 50 000 t für die Zeit vom 1. Januar bis 18. Februar 1915, 50 000 t Verluste der Feinde durch Seeunfälle und mindestens 200 000 t Schiffsverluste der neutralen Länder kommen, so daß die Welthandelsflotte einen Abgang von etwa 2,2 Mill. Tonnen erlitten hat. Die Neubauten haben also nicht einmal die Verluste gedeckt, und während in den früheren Jahren die Welt-

handelsflotte jährlich um rund 2 Mill. Tonnen anwuchs, hat sie 1915 einen Rückgang von mindestens 530 000 t erlitten! Tatsächlich wird der Rückgang wohl noch größer sein, da nicht alle Schiffsverluste unserer Feinde bekanntgeworden sind.

Auf die einzelnen Schifffahrtsländer verteilen sich die Neubauten an Handelsschiffen wie folgt:

Land	1915 t	1914 t	1913 t
Großbritannien . . .	649 356	1 683 553	1 932 153
Niederlande . . .	217 592	118 153	104 296
Verein. Staaten . . .	210 124	200 762	276 448
Deutschland . . .	179 804	387 192	465 226
Japan . . . . .	98 213	85 862	64 664
Norwegen . . . .	61 477	54 204	50 637
Dänemark . . . .	51 361	32 815	40 932
Frankreich . . . .	41 458	114 052	176 095
Schweden . . . .	29 300	15 163	rd. 14 000

In allen kriegführenden Ländern, mit Ausnahme von Japan, das ja aber vom Kriege jetzt kaum noch berührt wird, ist danach ein sehr starker Rückgang der Erzeugung der Werften eingetreten. Am stärksten ist dieser in England und Frankreich, deren Tonnage auf nicht viel mehr als ein Drittel der vorjährigen gesunken ist. Dagegen beträgt die Erzeugung Deutschlands noch beinahe die Hälfte der vorjährigen. Dabei ist zu beachten, daß die deutsche Handelsschiffahrt fast ganz ruht, also kein besonderer Anreiz zu lebhafter Bautätigkeit vorhanden ist, wogegen in England und Frankreich die Tonnage sehr knapp ist und sich infolge des Unterseeboot- und Minenkrieges fortwährend stark vermindert. Die Verluste der englischen Reedereien an Handelsschiffen in der Zeit vom 18. Februar bis 31. Dezember 1915 betragen mindestens — nach einer sehr sorgfältigen Statistik der Hamburger Zeitschrift „Hansa“ — 1 200 000 t, wozu noch etwa 100 000 t andere Verluste kommen, wogegen sich die englische Handelsflotte durch Neubauten — nach Abzug der von den englischen Werften nach dem Ausland gelieferten Schiffe — nur um etwa 600 000 t vermehrt hat. Es ergibt sich also für 1915 eine Verminderung der bisher so übermächtig großen britischen Handelsflotte um mindestens 700 000 t, und diese Verminderung schreitet in 1916 fort und wird wahrscheinlich immer schneller vor sich gehen, weil die Bautätigkeit der britischen Werften bisher noch in jedem Monat geringer geworden ist. Dagegen ist in der gleichen Zeit die deutsche Handelsflotte nicht kleiner geworden und die norwegische und niederländische, ebenfalls scharfe Wettbewerber der englischen Schifffahrt, sind erheblich gewachsen.

Besonders fällt in jener Tabelle die gewaltige Steigerung der Neubautonnage in den neutralen Ländern auf. Die Niederlande haben sich zu dem zweiten Platz im Weltschiffbau emporgearbeitet, dabei steigt ihre Leistungsfähigkeit fortwährend. Sie sind auch im Begriff, den Briten den Weltmarkt für neue Schiffe sehr stark streitig zu machen, da sie schon sehr viele Aufträge aus dem Ausland, die sonst nach England gegangen wären, erhalten haben. In Schweden hat sich die Erzeugung verdoppelt, in Norwegen, Dänemark und Spanien sind Höchstzahlen erreicht, welche die bisherigen Höchstleistungen, die 1913 oder 1914 festgestellt waren, weit in den Schatten stellen. Einer großen Zukunft geht noch der norwegische Schiffbau entgegen, dessen Umfang bisher der hochentwickelten



Schiffahrt des Landes nicht entsprach. In Norwegen sind 1915 mehrere neue große Werften gegründet worden; fast alle alten Werften haben mit sehr großen Erweiterungen begonnen, Maßnahmen, deren Wirkung erst 1916 und 1917 deutlicher zutage treten wird. Japans Schiffbauindustrie, die noch sehr jung ist, nimmt einen gleich großen Aufschwung mit dem Ergebnis, daß das Land nicht nur seinen eigenen Bedarf auch an großen Schiffen zu bauen vermag, sondern auch bereits Lieferungen für andere Länder übernehmen kann. Sogar die chinesische Schiffbauindustrie hat durch den Krieg eine erhebliche Belebung erfahren.

Die Verschiebungen im Weltschiffbau, welche unsere Tabelle deutlich erkennen läßt, geschehen nun hauptsächlich zum Nachteil Englands. Alle die Länder, welche jetzt ihre Schiffbauindustrie aufblühen sehen, waren bisher die besten Kunden der britischen Werften, die auf Auslandsbestellungen angewiesen sind. Durchschnittlich ein Drittel der britischen Jahreserzeugung an Handelsschiffen ging an das Ausland, und von diesen Auslandslieferungen entfällt über die Hälfte auf Bauten für Japan, die Niederlande, Norwegen, Spanien, Dänemark und Schweden, während von dem Rest ein erklecklicher Teil aus Bauten für die mit England im Kriege liegenden Länder bestand. Diese letzten werden nach dem Kriege wohl kaum noch von England neue Schiffe beziehen, die anderen Länder aber brauchen das nicht mehr, weil inzwischen ihre heimische Schiffbauindustrie so hochgekommen ist, daß sie allen Bedürfnissen genügen kann. So ist eine jetzt schon sicher erkennbare Folge des Krieges der Ausfall fast aller Auslandsbestellungen für die englische Schiffbauindustrie. Deutschland wird kaum von der Entwicklung des Schiffbaues in den genannten Ländern betroffen, weil unsere Werften sehr wenig Auslandslieferungen hatten.

Der deutsche Schiffbau hat nach der englischen Statistik in 1915 nicht schlecht abgeschnitten. Nicht nur ist der Rückgang der Neubautonnage geringer als bei den anderen kriegführenden Ländern, vielmehr sind auch in Deutschland besonders viele große Schiffe fertiggestellt worden. Von neun Neubauten von über 10 000 t entfallen fünf auf deutsche Werften („*Ausonia*“ von 14 000, „*Weißenfels*“ von 12 000 und „*Altenfels*“, „*Aschenburg*“ und „*Meiningen*“ von je 11 000 t), drei auf englische und eine auf amerikanische. Unter den Werften, welche die meisten Neubauten geliefert haben, steht die deutsche von J. C. Tecklenborg in Geestemünde an zweiter Stelle hinter einer englischen, während früher meist die englischen Werften die ersten 6—8 Plätze in dieser Liste der meistbeschäftigten Werften besetzt hielten. Die in Deutschland gebauten Schiffe des Jahres 1915 haben auch die weitaus größte Durchschnittsgröße. Stt. [1304]

### Bodenschätze.

**Bulgarische Steinkohle.** Allgemein gilt Bulgarien, wie überhaupt der Balkan, als ein an bisher ungehobenen Bodenschätzen sehr reiches Land, weniger bekannt aber dürfte sein, daß sich dort auch Steinkohle findet, deren Abbau durch eine deutsche Gesellschaft schon vor dem Balkankriege in die Wege geleitet war, durch die Verwicklungen aber naturgemäß aufgehalten worden ist. Dieses Steinkohlenvorkommen findet sich\*)

\*) *Deutsche Levante-Zeitung* 1. Jan. 1916, S. 14.

bei dem Dorfe Gurkowo im Bezirk Nova-Zagora, in einem noch gar nicht erschlossenen Teile des Südbalkans, und liegt in etwa 900 m Höhe über dem Meere offen zutage, so daß sich die Kohle zum Teile im Tagebau gewinnen lassen. Die Vorarbeiten für den Abbau sind soweit fortgeschritten, daß alsbald mit der Förderung wird begonnen werden können, nachdem eine Drahtseilbahn für den Kohlentransport nach der nächstgelegenen Eisenbahnstation Dabovo fertiggestellt sein wird. Da das Vorkommen sehr reich ist, die Grube inmitten eines alten, ausgedehnten Waldbestandes liegt und eine Wasserkraft von schätzungsweise 100 PS in unmittelbarer Nähe hat, so erscheint die Rentabilität des Unternehmens nicht zweifelhaft, und man darf wohl annehmen, daß bei der bergbaulichen Entwicklung Bulgariens nach dem Kriege auch dieses Steinkohlenvorkommen eine Rolle spielen wird.

n. [1340]

## BÜCHERSCHAU.

*Wie verhelfen wir den Kriegsverstümmelten durch Ersatzglieder wieder zur Arbeitsfähigkeit und zum Eintritt in das bürgerliche Berufsleben?* Von Dr. Fritz Sippel. Mit 126 Bildern. Stuttgart 1916. I. F. Steinkopf. 53 Seiten. Preis 1,50 M.

Nach einer kurzen geschichtlichen Einleitung über die Versuche, verlorene Glieder zu ersetzen, schildert der Verfasser, der die Orthopädische Heilanstalt Paulinenhilfe in Stuttgart leitet, wie man zunächst den Lebensmut und die Arbeitsfreudigkeit der Verstümmelten heben und das feste Bewußtsein wecken und stärken müsse, daß keine Verstümmelung so schwer sei, den Betroffenen dauernd und vollständig erwerbsunfähig zu machen.

Dann werden Berufsbildung, Unterrichtskurse und Übungswerkstätte besprochen, so der Einarmigenkurs, in dem Zeichnen, Maschinenschreiben und Unterricht in anderen Bureaufächern mit bestem Erfolge erteilt werden, ferner Spezialkurse für verstümmelte Schreiner, Maler, Glaser, Drechsler, Mechaniker und Schlosser. Neben den praktischen Übungen besteht eine segensreich wirkende Berufsberatung und Stellenvermittlung, die von Kriegsinvaliden lebhaft benutzt wird.

Auch für die Erblindeten sind neue Arbeitsgebiete und darunter gut bezahlte Qualitätsarbeiten ausfindig gemacht worden.

Alles in allem gewinnt man aus der Sippelschen Schrift die frohe Überzeugung, daß Verwundete, auch wenn sie Arm oder Bein oder das Augenlicht einbüßten, noch Gelegenheit genug haben, sich als nützliche Glieder der menschlichen Gesellschaft zu betätigen, daß also aus unglücklich Verstümmelten wieder arbeits- und lebensfrohe Menschen werden können. Dr. H. Wiesenthal. [1269]

*Verfügung betr. Herstellung, Aufbewahrung und Verwendung von Azetylen sowie die Lagerung von Kalziumkarbid.* Stuttgart. Verlag von W. Kohlhammer. 76 Seiten. Preis 0,80 M.

Die vorliegende Textausgabe der in der bekannten „Württembergischen Gesetzessammlung“ erschienenen Azetylenverordnung, erlassen am 20. Mai 1914 und erläutert durch Ausführungsanweisung vom gleichen Tage, ist mit Anmerkungen reichlich versehen. Das zuverlässige Sachregister erleichtert ein schnelles Zutreffendes. H. W. [1254]