



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich
4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörnbergstrasse 7.

N^o 882.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XVII. 50. 1906.

Ueber Süßwasserplankton.

Von Dr. C. WESENBERG-LUND,
Süßwasserbiologische Station Lyngby (Dänemark).

Autorisirte Uebersetzung aus dem Dänischen von Dr. O. GERLOFF.

Mit acht Abbildungen.

Mit dem Namen Plankton bezeichnen wir eine Gruppe verschiedener Organismen, die sich dem Leben in den freien Wassermassen des offenen Meeres oder der Seen angepasst haben. Unsere Bekanntschaft mit diesen Organismen ist erst neueren Datums; noch vor etwa einem Menschenalter konnte man die Anschauung aussprechen hören, dass die freien Wassermassen so gut wie kein Leben enthielten; ja, sie wurden geradezu als „Wüsten“ bezeichnet. Erst vor etwa 20 Jahren wurde der Grund zu einer umfassenderen Bekanntschaft mit diesen merkwürdigen Lebewesen gelegt. Gleichzeitig begann man, sich klar darüber zu werden, dass diese, wenn auch indirect, von grösster Wichtigkeit für uns Menschen dadurch seien, dass sie für einen sehr grossen Theil unserer ökonomisch wichtigen Fische in deren Jugendalter die Nahrung bilden und für verschiedene, z. B. den Hering, während ihres ganzen Lebens die einzige Nahrung darstellen.

Die Untersuchungen erstreckten sich anfangs fast ausschliesslich auf das Plankton des Meeres, und nachdem durch die Arbeit der Männer der

Wissenschaft die ausserordentlich grosse ökonomische Bedeutung des Planktons weiteren Kreisen klar geworden war, wurden von den Regierungen der nord- und mitteleuropäischen Länder bedeutende Summen zu näherem Studium des Planktons, seiner Lebensformen und -phänomene bewilligt. In den letzten Jahren haben diese Staaten sich zu einer der allergrössten internationalen, praktisch-wissenschaftlichen Untersuchungen, den sogenannten internationalen Untersuchungen des Meeres, zusammengeschlossen.

Die Studien über Plankton im Süßwasser sowie die wissenschaftlichen Untersuchungen der Seen im grossen und ganzen sind noch neueren Datums. Sie haben so zu sagen erst in die Lehre gehen müssen bei den Meeresuntersuchungen und haben erst in den allerletzten Jahren gelernt, auf eigenen Füßen zu stehen.

Während schon seit geraumer Zeit eine Brücke geschlagen ist zwischen wissenschaftlichen Untersuchungen des Meeres und praktischer Hochseefischerei, kann von einer solchen Brücke zwischen wissenschaftlichen Süßwasseruntersuchungen und Fischerei auf Süßwasserseen nur für die letzten Jahre gesprochen werden. Der Zeitpunkt für eine derartige Zusammenarbeit ist vielleicht noch nicht ganz gekommen, doch sind verschiedene Anzeichen vorhanden, dass er uns jetzt jedenfalls näher rückt.

Ich will in den folgenden Zeilen eine kurze Mittheilung über einen Theil der Fragen geben, die das Plankton betreffen.

Um die meistens mikroskopisch kleinen Organismen einzufangen, aus denen das Plankton besteht, bedient man sich der feinsten Nummern Siebe-Flor, den die Müller anwenden. Aus diesem recht theueren Seidenstoff stellt man sich seine Planktonnetze her. Ein Theil der Organismen ist so fein, dass sie durch die Maschen auch dieses Stoffes schlüpfen, und man hat daher später andere Verfahren, z. B. das folgende, erdacht. Im Plankton des Meeres finden sich zahlreiche grössere Planktonorganismen, die von den kleineren leben. Diese grösseren haben in ihrem Körper Fangapparate, die sich recht wohl mit Planktonnetzen vergleichen lassen, mit denen sie ihre Beute einfangen; nur sind die Maschen in diesen Apparaten weit feiner, als in denen, die wir herstellen können. Man präparirt nun diese Fangapparate heraus und kann in ihnen die Kleinorganismen finden, die wir mit unseren eigenen Apparaten zu fangen nicht im Stande sind. Die Technik, die des weiteren zum näheren Studium der Planktonorganismen angewendet wird, besonders der Menge, in der sie in einer bestimmten Wassermenge auftreten, und ferner der Wasserschicht, in der die Hauptmengen zu den verschiedenen Zeiten des Tages oder des Jahres sich aufhalten, ist sehr complicirt und kann hier nicht näher besprochen werden.

Das Plankton des Meeres und das des Süsswassers weisen nun unter einander sehr grosse Verschiedenheiten auf.

Das Plankton des Meeres besteht aus Tausenden und aber Tausenden von Arten, von denen bis jetzt nur ein verschwindender Bruchtheil bekannt ist; das des Süsswassers dagegen weist nur einige Hundert Arten auf, und es ist durchaus unwahrscheinlich, dass spätere Untersuchungen diese Zahl sonderlich vergrössern werden.

Im Plankton des Meeres sind zahlreiche grosse Organismen enthalten, solche, deren Grösse nach Metern bestimmt werden kann (z. B. Rippenquallen u. A.), wohingegen alle dem Süsswasser angehörigen Organismen nach Millimetern messen und nur ganz ausserordentlich wenige die Grösse eines Centimeters erreichen. Das Plankton des Meeres enthält zahllose Larvenstadien und Eier nicht allein von Organismen, die sich auch im ausgewachsenen Zustande in den freien, offenen Wassermassen oder, wie wir sie auch nennen, in der pelagischen Region vorfinden, sondern auch von unzähligen Formen des Meeresbodens und -ufers, deren Eier und Larven mit den Wellen in die offene See getrieben werden. Hier draussen führen sie einige Zeit lang ein pelagisches Leben, worauf die Larven sich umbilden und auf den Meeresboden

sinken; hier nehmen sie die Gestalt ihrer Erzeuger an und sind nun als ausgeprägte Boden- und Uferformen ausser Stande, ein umherschweifendes Leben in den freien Wassermassen zu führen. Im Süsswasserplankton finden sich fast niemals Larvenstadien von Boden- oder Uferformen, und hauptsächlich nur von einer, übrigens sehr wichtigen Planktongruppe, den Copepoden oder Wasserflöhen, kommen freilebende Larven vor. Bei den übrigen Thiergruppen findet, abgesehen von ganz vereinzelt Ausnahmen, entweder keine Verwandlung statt, oder diese geht in besonderen Theilen des Mutterthierkörpers vor sich. Die Skeletttheile des maritimen Planktons bestehen grösstentheils aus Gallerte, Cellulose, Kieselsäure, Chitin oder kohlensaurem Kalk; die Planktonorganismen des Süsswassers bauen ihre Skeletttheile so gut wie niemals aus Kalk auf, und Gallerte wird gewöhnlich in geringerem Maasse verwendet; ihre Skeletttheile bestehen fast ausnahmslos nur aus Kieselsäure, Chitin, Kutin oder Cellulose. Ich betone diesen Umstand, weil er von der allergrössten Bedeutung für die Erdarten ist, die auf dem Grunde des Meeres und der Seen als Folge des Bodenniederschlages der Skeletttheile der Planktonorganismen entstehen. Im Meer bilden sich mächtige Kalkablagerungen, unter anderem Globigerinschlamm infolge des Bodenniederschlages der Kalkschalen von Rhizopoden (Schleimthiere). Im Süsswasser dagegen entstehen im grossen und ganzen niemals Kalkablagerungen durch den Bodenniederschlag der Skeletttheile von Planktonorganismen. Wenn wir auf dem Grunde eines Sees Kalkablagerungen finden, z. B. Seemergel, so rühren diese niemals von Planktonorganismen, sondern von Bodenthieren her, z. B. von Algen, Muscheln oder Schnecken etc., deren Kalkskelette pulverisirt werden.

Die pelagische Region des Meeres beherbergt zahlreiche Gruppen von Organismen, die sich niemals im Süsswasser vorfinden, aber alle im Süsswasser vorkommenden grösseren Gruppen treten auch im Plankton des Meeres auf und hier dann gewöhnlich in grösserem Formenreichtum.

Das Süsswasserplankton ist im ganzen ärmer als das des Meeres, bietet aber deswegen ein nicht weniger interessantes Studium. Gerade weil man nicht erdrückt wird von dem unendlichen Reichthum äusserst verschiedenartiger Formen, wie sie das Meer aufweist, und weil das Milieu, in dem die Süsswasserorganismen leben, stabilere Verhältnisse als die offene See darbietet, können die Untersuchungen sich zielbewusster auf die Aufgaben richten, die in vielen Beziehungen im Grunde die gleichen sind, sowohl für die Untersuchung des Meeresplanktons als für dasjenige des Süsswassers.

Eine der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten des Süßwasserplanktons, die fast alle Plankton-untersucher hervorgehoben haben, ist die, dass es im grossen und ganzen von Pol zu Pol dasselbe zu sein scheint. Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die Pflanzenwelt des Festlandes in Form von Gürteln auftritt; wir sprechen ja von dem Gürtel der Nadelhölzer, vom Gürtel der Laubhölzer, der Palmen u. s. w. Bezüglich der Thiere kann auf eine einigermassen entsprechende zonare Vertheilung hingewiesen werden. Auch im Meere tritt die Flora und Fauna theilweise, wenn auch nicht in so ausgeprägtem Grade, in ähnlicher Art auf, und bezüglich des Meeresplanktons kann man wohl von einer Vertheilung in Gürtel sprechen. Es giebt ein Plankton von ausgeprägt arktischem Charakter, weit verschieden von dem tropischen, und diese beiden sind wieder verschieden von einem da-

Geschöpfe, die doch alle Bodenformen sind; ihr Auftreten ist durchaus verständlich, aber eine nähere Begründung würde hier nicht am Platze sein.

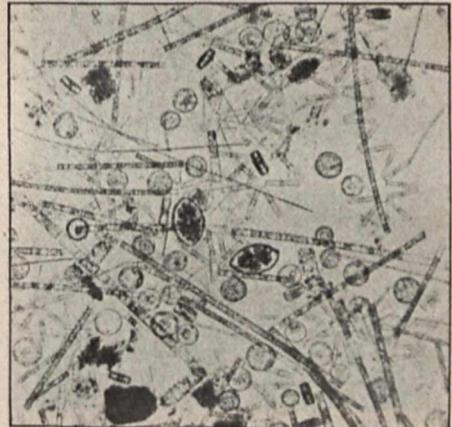
Man weiss nur recht wenig über das Plankton der tropischen Seen, aber aus dem Wenigen, was wir wissen, scheint hervorzugehen, dass das Süßwasserplankton weder in Hinsicht auf Reichtum an Formen noch auf deren luxuriöse Ausstattung zunimmt, je mehr man sich den Tropen nähert; im Gegentheil scheint es nach allem, was wir vorläufig wissen, als ob der Schwerpunkt seiner grössten Entfaltung gerade in der gemässigten Zone liegt. Auch in dieser Beziehung weicht das Süßwasserplankton von der übrigen Flora und Fauna sowohl des Landes als des Meeres ab.

Das Plankton selbst übt den allergrössten Einfluss auf die Naturverhältnisse der Region aus, in der es lebt.

Abb. 584.



Abb. 585.



Diatomeenplankton: Frühling; Farbe der Seen gelbbraun bis gelbgrün.

zwischenliegenden, temperirten Plankton. Bezüglich des Süßwasserplanktons aber kann durchaus keine Vertheilung in Gürtel nachgewiesen werden. Wir können mit Sicherheit sagen, dass das letztere von Grönland herab bis zu den Küsten von Nordafrika überall sich aus genau denselben Gruppen von Organismen zusammensetzt. Die Anzahl der Arten nimmt nach Norden zu wohl etwas ab, aber es scheint, dass hier oben durchgehends keine neuen Arten hinzukommen; aus den übrigens wenigen Proben, die aus tropischen Seen oder von der südlichen Halbkugel entnommen sind, scheint hervorzugehen, dass nirgends im Süßwasserplankton Familien auftreten, die ausschliesslich an bestimmte Breitengrade gebunden sind. Wir kennen nur eine Ausnahme von dieser Regel, nämlich die Meduse des Tanganjika, die einzige sicher und gut bekannte Meduse eines Süßwassersees, aber ihr Vorkommen knüpft sich eng an das Vorhandensein einer Reihe anderer, nicht minder merkwürdiger

Seine Zusammensetzung wechselt beständig, es besteht bald überwiegend aus Pflanzen, bald überwiegend aus Thieren. Bekanntlich sind die Resultate des Athmungsprocesses bei Pflanzen und Thieren geradezu entgegengesetzte. Während die Thiere Sauerstoff einathmen und Kohlensäure ausathmen, scheiden die Pflanzen durch Kohlensäureassimilation Sauerstoff ab und athmen Kohlensäure ein. Die Luftarten der Wassermassen sind daher in sehr wesentlichem Grade abhängig sowohl von der Menge des Planktons, als auch von dem Mischungsverhältniss zwischen Thieren und Pflanzen. Bezüglich des Meeres ist direct festgestellt, dass die Sauerstoffmenge am grössten in den Wassermassen ist, in denen das Pflanzenplankton überwiegt, während die Kohlensäuremenge am grössten ist, wo das thierische Plankton vorherrscht. Betreffs des Süßwassers ist man in neuester Zeit zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt.

Die Grenze, bis zu der das Licht im Stande

ist, in die Wasserschichten einzudringen, hängt in sehr wesentlichem Grade von der Menge des Planktons ab. Das Plankton wirkt als lichtverschleiender Factor. Je dichter es auftritt, um so höher hinauf steigt die Grenze für das Durchdringen des Lichtes. Da nun die Menge des Süsswasserplanktons in unseren Breitengraden zu Beginn des Frühjahrs gering, im Sommer und Herbst aber sehr gross ist, dringt das Licht im Frühjahr in viel grössere Tiefen ein, als später im Jahre. Man wird leicht begreifen können, dass das Plankton indirect eine Bedeutung für die zahlreichen Boden- und Uferorganismen bekommt, deren Lebensfunctionen von der Lichtstärke abhängig sind, die an ihrem Aufenthaltsorte herrscht. Man glaubt, bestimmte Beispiele dafür zu haben, dass die im Laufe des Jahres regelmässig wechselnden

oder geringeren Durchsichtigkeit der obersten Wasserschicht.

Die Menge und die Beschaffenheit des Planktons kann ferner die Farbe des Seewassers bestimmen. Bekanntlich ist es eine Alge, die dem Rothen Meer seinen Namen giebt. Wer Alpenseen kennt, weiss, dass sie fast immer constant rein blau oder blaugrün sind, Farben, die hier garnicht oder wenig auf Plankton zurückzuführen sind. Unsere Seen wechseln die Farbe und sind vorwiegend gelbbraun oder grün, welche Farben hauptsächlich durch ihre kolossalen Planktonmengen hervorgerufen werden.

Eine der ersten Beobachtungen, die man machte, als man anfang, Planktonuntersuchungen anzustellen, war, dass man zu den verschiedenen Jahreszeiten auf recht verschiedene Planktonorganismen traf. Man

Abb. 586.

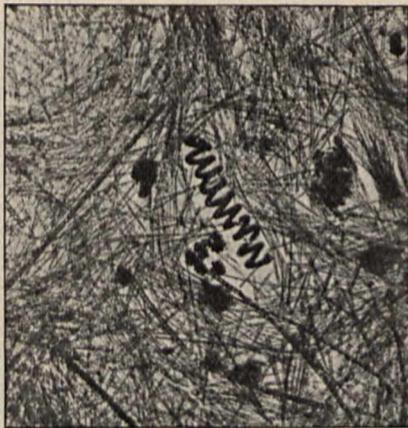
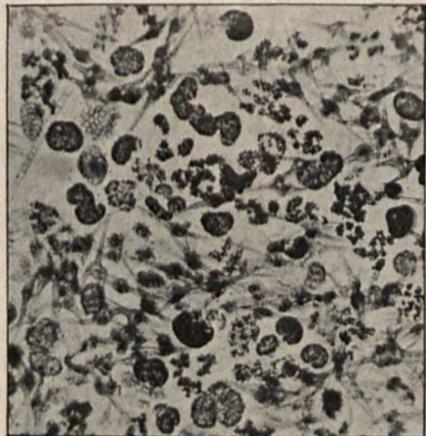


Abb. 587.



Wasserblüthe bildendes blaugrünes Algenplankton: Hochsommer; Farbe der Seen blaugrün.

Planktonmassen gerade als lichtverschleiender Factor sehr fühlbar in das Leben der Bodenorganismen eingreifen. Besonders gilt dies für gewisse Algen. Man hat bezüglich der Schweizerseen mit Sicherheit nachweisen zu können gemeint, dass zahlreiche Süsswasserfische jährlich ganz regelmässige Wanderungen vornehmen. Zum Herbst verlassen die Fische die Litoral- oder Uferzone und ziehen sich nach dem tieferen Wasser zurück; erst gegen den Sommer hin verlassen sie dies und kommen wieder zur Litoralzone und den oberflächlicheren Wasserschichten zurück. Ganz ähnliche Wanderungen können sicher auch in unseren Seen nachgewiesen werden. Man ist in der Schweiz zu dem Resultat gekommen, dass weder die Temperatur noch andere damit zusammenhängende Factoren die Wanderungen der Fische erklären können, sondern dass diese in erster Linie abhängen von den wechselnden Planktonmengen und der hieraus resultirenden grösseren

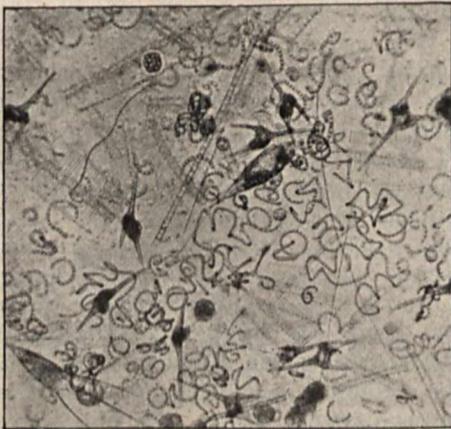
ist sich jetzt klar darüber, dass nur die wenigsten Organismen zu jeder Zeit in den Wassermassen vorhanden sind, und auch von diesen der überwiegende Theil nur zu einer bestimmten Jahreszeit in grösserer Menge auftritt, während sie zu anderer Zeit nur vereinzelt vorhanden sind. Graphisch kann man das Auftreten einer Art in den Wasserschichten als eine Curve aufzeichnen. Der Beginn der Curve giebt dann den Zeitpunkt an, wenn die Art sich in wenigen Exemplaren zeigt, ihr Höhepunkt, wenn die Art in grösstmöglicher Anzahl auftritt oder, wie wir es ausdrücken, ihr Maximum hat. Abfall und Aufhören der Curve bezeichnet das Aufhören und Verschwinden der Art. Es ergiebt sich nun aus den Untersuchungen, dass, wenn man die Curven für eine Art in den verschiedenen Seen des Landes vergleicht, sie gewöhnlich eine auffallende Uebereinstimmung zeigen. Die Höhepunkte, also die Maxima einer Art, treten ungefähr in allen Seen gleichzeitig ein. Zeichnet

man ferner die Curven für die verschiedenen Seen mehrere Jahre hinter einander auf, so ergibt sich, dass die Maxima jahraus, jahrein ungefähr in dieselbe Jahreszeit fallen. Man ersieht hieraus, dass im Auftreten und Verschwinden der Planktonorganismen die grösste Regelmässigkeit herrscht. So interessant diese Verhältnisse sind, muss man doch nicht vergessen, dass die Planktongesellschaft sich hierin nicht von anderen unterscheidet. Auch auf Waldwiesen wechselt ja die Flora, und der eine Blumenflor löst im Laufe des Jahres den anderen ab.

Die Maxima mancher Organismen sind nur ausserordentlich klein und von kurzer Dauer, andere dagegen treten zur Zeit ihres Maximums in ganz enormen Massen auf und überwiegen auf längere Zeit in den Wassermassen in dem Grade, dass sie alles andere Plankton verdecken,

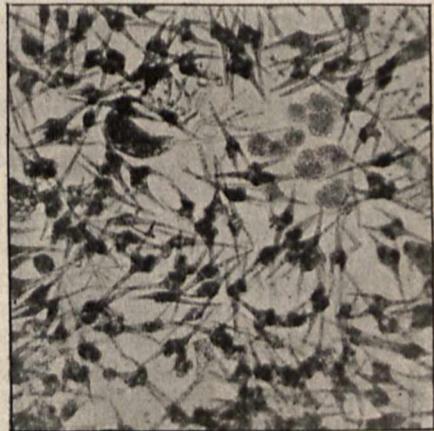
wickelung gelangt. Nimmt das Wasser im Mai in fast allen unseren Seen eine gelblichbraune Farbe an, so liegt das an dem grossen Maximum an Diatomeen, die sich alle im Laufe des April bis Mai bilden und die Wassermassen in unglaublichen Mengen erfüllen (Abb. 584 und 585). Im Laufe des Sommers wechselt ein Theil unserer Seen die Farbe, sie werden grün oder blaugrün (Abb. 586, 587 und 588). Andere dagegen behalten im allgemeinen die gelbbraune Färbung das ganze Jahr hindurch bei. Die blaugrüne Farbe wird bei uns immer nur durch blaugrüne Algen hervorgerufen; wenn aber unsere Seen im Sommer gelbbraun sind, rührt diese Farbe nicht von den Diatomeen her, sondern von dem oben genannten Flagellat (*Ceratium hirundinella*) (Abb. 589). Zum Herbst werden alle unsere Seen wieder gelbbraun, und diese Färbung entsteht überall durch die

Abb. 588.



Gemischplankton: Spätfrühling; Diatomeen, Flagellaten und blaugrüne Algen.

Abb. 589.



Flagellatenplankton: Hochsommer; Farbe der Seen gelbgrün.

so dass das Plankton des Sees ein monotones Gepräge erhält und das Wasser die Farbe dieser Organismen annimmt. Es scheinen überall dieselben Organismen zu sein, die in so ungeheurer Menge auftreten. Ihre Zahl ist nicht gerade bedeutend: zwei bis drei Diatomeen oder Kieselalgen, zwei bis drei blaugrüne Algen und ein Flagellat. Nur ausnahmsweise treten in unseren Seen Thiere in so gewaltiger Menge auf.

Die Diatomeen oder Kieselalgen, die im abgelagerten Zustand Diatomeenkiesel bilden, und die als Trippel, Putzmittel und bei der Dynamitfabrikation Verwendung finden, erreichen nun ihr höchstes Maximum im Frühling und Herbst, die blaugrünen Algen und ein einzelliger Organismus, der Flagellat (*Ceratium hirundinella*), dagegen im Sommer. Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die baltischen Seen zu Beginn des Frühjahrs immer das klarste Wasser haben. Die grossen Planktonmassen, die es späterhin verdecken, sind dann noch nicht zur Ent-

Diatomeen, die jetzt wieder grosse Maxima erreichen. Gegen den Winter hin entfärbt sich das Wasser, und kurz vor der Eisbildung beginnen die Seen sich wieder zu klären. Es wäre nun verkehrt, zu meinen, dass die Wassermassen im Winter frei von Plankton sind. Sie enthalten nicht unbedeutende Mengen von Diatomeen, von denen jedoch, solange die Seen mit Eis bedeckt sind, der grösste Theil zu Grunde geht und auf den Boden sinkt. Ausserdem enthalten sie grosse Mengen von Thieren. Verschiedene Alpenseen zeichnen sich durch braun- oder kirschrothes Wasser aus, eine Farbe, die nur ausnahmsweise auch anderswo auftritt. Die Ursache dieser Erscheinung ist entweder eine blaugrüne oder eine Grünalge, deren ursprünglicher Farbstoff durch ein rothes Oel verdeckt wird.

Seen von blaugrüner Planktonfarbe überziehen sich an stillen Sommerabenden mit einer blaugrünen Schicht. Man sagt dann, dass der See „blüht“ oder „Wasserblüthe“ hat. Das Phänomen tritt

dadurch auf, dass die Algen leichter sind als das Wasser und daher, wenn der Wind sich gelegt hat und das Wasser in Ruhe ist, aufsteigen und sich an der Oberfläche lagern.

Es zeigt sich nun, dass diejenigen Seen, die in einem Sommer durch blaugrüne Algen blaugrün gefärbt werden und in der wärmsten Jahreszeit das Phänomen der Wasserblüthe zeigen, Jahr für Jahr dieselbe Erscheinung aufweisen, wohingegen die Seen, die in einem Jahr, und zwar das ganze Jahr hindurch, gelbgrün oder gelbbraun sind, auch Jahr für Jahr beständig dieselbe Farbe aufweisen. Färben sich diese letzteren Seen einmal blaugrün, so geschieht das nur in der allerwärmsten Jahreszeit und nur in besonders heissen Jahren. Es zeigt sich ferner, dass Seen, die sich jährlich mit Wasserblüthe bedecken, verhältnissmässig flache Seen sind, deren Temperatur im Sommer längere Zeit hindurch auf 20° C. steigt, während solche Seen, die das gelbgrüne Wasser haben und sich niemals mit Wasserblüthe bedecken, tief und kalt sind und ihre Sommertemperatur nur selten und dann nur für kurze Zeit 18° C. erreicht.

Die tiefer liegende Ursache dafür, dass das Phänomen der Wasserblüthe nur in den warmen Seen oder in den kalten in ganz besonders warmen Jahren auftritt, ist die, dass die blaugrünen Algen, um das grosse Maximum zu erreichen, das die Bedingung für das Zustandekommen der Wasserblüthe ist, Temperaturen von ungefähr 20° C. verlangen. Das Maximum der Diatomeen liegt bei viel niedrigeren Temperaturen, etwa $6-16^{\circ}$ C. Da nun alle unsere Seen zu einer gewissen Zeit im Jahr $6-16^{\circ}$ C. erreichen, so bringen es auch die Diatomeen in allen zu dem hohen Maximum, das sich bei uns in dem gelbgrünen Aussehen der Seen zu erkennen giebt. Sobald die Temperatur des Wassers 16° C. übersteigt, verschwinden beinahe alle Diatomeen. In den kalten Seen werden sie dann abgelöst von dem Flagellaten (*Ceratium hirundinella*), dessen Maximum bei einer Temperatur von etwa 18° C. liegt, also etwas höher als die der Diatomeen, aber geringer als die der blaugrünen Algen. Durch die hier besprochenen Verhältnisse haben wir in der Hauptsache die Erklärung für die verschiedene Färbung unserer Seen zu verschiedenen Jahreszeiten.

(Fortsetzung folgt.)

Die neueren elektrischen Glühlampen.

VON DR. C. RICHARD BÜHM.

(Schluss von Seite 776.)

Aus dem Laboratorium der General Electric Company und deren Glühlampenfabrik in Harrison, N. J., ist eine neue Glühlampe hervorgegangen, die sich durch einen neuen, eigenartigen Kohlefaden auszeichnet.

Bekanntlich kann ein gewöhnlicher Kohlefaden in einer Glühlampe durch den elektrischen Strom zu sehr hohen Temperaturen erwärmt werden, ohne dass der Faden sich zu seinem Vortheil verändert. Diese Verhältnisse ändern sich aber, wenn die Erwärmung von aussen an einem präparirten*) Glühfaden vorgenommen wird. Die Anwendung der von aussen wirkenden hohen Temperatur auf den Grundfaden vermag keine beträchtliche Veränderung des Fadens hervorzubringen, immerhin ist dieses vorherige Glühen bei diesem Prozess auch von Vortheil. Die wichtigen und bisher unbekanntenen Veränderungen gehen vor sich, wenn der präparirte Faden, geglüht wird. Dieses Glühen wird in einem entsprechenden elektrischen Widerstands-Ofen durch Zuführung von 1900 Ampère bei einer Temperatur von 3000 bis 3700° C. vorgenommen. Der Erfolg eines solchen Glühens des präparirten Fadens war ein sehr eigenthümlicher. Sein Mantel sah aus, als wenn er durch die Glühtemperatur geschmolzen wäre, und sein spezifischer Widerstand wurde sehr vermindert. Die Verminderung den gewöhnlichen Fäden gegenüber betrug, bei Zimmertemperatur gemessen, ungefähr 80 Procent. Auch die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Temperatur hatte sich durch das Glühen in eigenthümlicher Weise geändert, indem nämlich der negative Temperaturcoefficient in einen positiven überging, so dass man nach diesem Verfahren metallartige Fäden erhält. In chemischer Beziehung ähneln diese am meisten dem Graphit, weshalb für die hieraus hergestellten Lampen der Name Graphitfadenlampe gewählt wurde. Die bisher erreichte Oekonomie beträgt aber nur 2,5 Watt für eine Kerze (Howell).

Die elektrische Glühlichtbeleuchtung ist noch in ihrer Entwicklung begriffen, eine Erfindung löst die andere ab, wie wir dieses soeben gesehen haben; die neueste Patentanmeldung von Joh. Lux in Wien (P. A. 247 611 vom 8. September 1905) betrifft wieder ein Verfahren zur Herstellung von dünnen Fäden für elektrische Glühlampen aus schwer schmelzbaren Metallen.

Vergleichende Oekonomie der verschiedenen Beleuchtungsarten.

Die grossen Verbesserungen der Beleuchtungstechnik während der letzten dreissig Jahre

*) Die Präparirung besteht bekanntlich darin, dass ein verkohlter künstlicher (aus Collodiumwolle, die in Essigsäure gelöst wird) Cellulosefaden, den man Grundfaden nennen kann, in einem Kohlenwasserstoffgase (z. B. Ligroin) zum Glühen gebracht wird, wodurch sich Kohlenstoff auf den dünneren, also stärker glühenden Theilen niederschlägt und somit die Stärke des Fadens ausgleicht. Der äussere Niederschlag, der schliesslich den ganzen Faden in Graphitform bedeckt, kann im Gegensatz zu der Bezeichnung Grundfaden Mantel genannt werden.

brachten nicht nur eine Vermehrung der Lichtstärke, sondern auch eine Verbilligung im Verbrauch an Brennstoff und Energieaufwand.

Durch Ableiten der Güte einer Lichtart aus dem billigen Preise für die erzeugte Lichteinheit wird in unverantwortlicher Weise an dem Publicum gesündigt. Beim Wettstreit zwischen den verschiedenen Lichtarten werden dem Laien oft Tabellen vorgelegt, die von Männern mit bekannten Namen bei irgend welchen Versuchen aufgestellt wurden, die jedoch den specifischen Verbrauch der einzelnen Lichtarten bald auf die Sphäre, bald auf die Hemisphäre bezogen angeben; auch dass die Versuche einmal mit, das andere Mal ohne Anwendung von Glocken und Reflectoren verschiedener Constructionen angestellt wurden, bleibt unberücksichtigt.

Ein Kostenvergleich verschiedener Lichtarten ist nur mit gewissen Einschränkungen möglich, da die Bedingungen für die zu vergleichenden Lichtquellen und die an sie gestellten Anforderungen von einander sehr abweichen. Man kann z. B. eine zur Beleuchtung eines einzelnen Arbeitsplatzes in einem geschlossenen Raume bestimmte Lichtquelle nicht ohne weiteres mit einer zweiten vergleichen, die zur Beleuchtung eines grossen Saales oder einer Halle dient; auch wird in vielen Fällen bei der Anwendung einer Lichtquelle die Farbe des Lichtes ausschlaggebend sein. Es muss auch bemerkt werden, dass der technische Nutzeffect uns nicht gleichzeitig über den Preis, über die Betriebskosten der einzelnen Lichtquellen Auskunft giebt. Elektrizität ist beispielsweise eine Form der Energie, die bei der gegenwärtigen Geschäftslage viel theurer bezahlt werden muss, als die wesensgleiche Energiemenge, wie sie im Petroleum oder im Leuchtgas enthalten ist; es ist gewissermaassen eine luxuriöse Form der Energie. Dieses ist jedoch ein rein äusserliches Moment, das sich von Tag zu Tag ändern kann und auch ändert (Wedding und Rasch).

Nach dem Petroleumglühlicht ist das Gasglühlicht das zur Zeit billigste Licht, das in dem Concurrrenzkampf zwischen Gas und Elektrizität trotz der denkbar schwierigsten Bedingungen obgesiegt hat. Zu den Prophezeiungen, die sich nicht erfüllt haben, gehört bekanntlich auch die, dass das Gaslicht durch das elektrische Licht bald in den Hintergrund gedrängt sein würde. Beide Concurrenten ringen heute noch muthig neben einander, und gerade der Kampf ums Dasein bildet auch hier das treibende, fortschrittliche Princip. Dass der Gastechniker nicht zu verzagen braucht, beweist der Gasconsum in den letzten Decennien. Im Jahre 1859 verbrannte man 40 Millionen Cubikmeter, während heute mehr als 800 Millionen Cubikmeter, also rund eine deutsche Cubikmeile Gas jährlich producirt werden.

Wenn auch das Petroleumlicht in vielen Fällen dem elektrischen Lichte und der Gasbeleuchtung hat weichen müssen, so ist es doch noch immer die Lichtquelle des kleinen Mannes, und solange es das bleibt, wird ihm auch eine hohe Bedeutung zukommen.

Das Acetylenlicht ist nächst dem elektrischen Bogenlicht die schönste der modernen Lichtarten; es ist billiger als das elektrische Glühlicht, kann aber bis jetzt weder mit dem Petroleumlicht, noch mit dem Gasglühlicht concurriren.

Trotz ihrer Unwirthschaftlichkeit hat die elektrische Glühlampe eine ausserordentliche Verbreitung gefunden, ein Zeichen, dass für eine kleine, für Innenbeleuchtung geeignete elektrische Lampe ein grosses Bedürfniss vorliegt. Wie nun einerseits die Gasbeleuchtungstechniker versucht haben, durch Pressgaslampen und dergleichen die elektrische Grosslichtquelle zu ersetzen, was die Elektrotechniker mit dem Schaffen der Intensivbogenlampe erwidert haben, so haben andererseits die Elektrotechniker und Chemiker, ja der Erfinder des Gasglühlichtes selbst, wie wir oben gesehen haben, sich seit Jahren bemüht, eine wirtschaftlichere elektrische Glühlampe herzustellen.

Von allen bisher auf den Markt gebrachten neueren Glühlampen hat aber keine die Kohlefaden-Glühlampe trotz ihres hohen Stromverbrauches verdrängen können. Die Nernstlampe, auf welche die grössten Hoffnungen gesetzt worden sind, weil sie nur etwa halb so viel Strom verbraucht, hohe Spannungen verträgt und sich gut anschliessen lässt, ist infolge der erforderlichen Anwärm- und Vorschaltespule für den Glühstift in der Beschaffung theuer und in der Lebensdauer nicht ausreichend, insbesondere wenn sie Erschütterungen ausgesetzt ist (Hoppe).

Das Osmiumglühlicht, an dessen Verbesserung ebenso wie an der der Nernstlampe noch immer eifrig gearbeitet wird, hat wie diese vor allem den Nachtheil eines hohen Anschaffungspreises, des weiteren der zu niedrigen Anschlussspannung. Diese beträgt nur bis 47 Volt; die Lampen müssen bei den üblichen Netzspannungen deshalb in Hintereinanderschaltung und stets zu mehreren brennen, oder es müssen besondere Vorrichtungen zum Theilen der Spannung verwendet werden. Die Spannung soll jetzt zwar erhöht worden sein, so dass man zwei Lampen brennen kann, aber dieser Vortheil kann wieder nur durch einen höheren Anschaffungspreis erreicht werden. Der Stromverbrauch beträgt 1,5 Watt pro Kerze, also nur die Hälfte dessen einer Kohleglühlampe, und an Lebensdauer ist diese der Osmiumlampe gleichwerthig, wenn nicht überlegen. Der Nernstlampe gegenüber hat sie den Nachtheil, dass sie nur hängend angebracht werden kann, da der bügelförmige Osmiumfaden beim Glühen weich wird und sich durchbiegt.

Der Stromverbrauch der Tantallampe ist zwar fast derselbe wie derjenige der Osmiumlampe, sie besitzt aber vor letzterer den Vorzug, dass sie infolge ihres langen Glühfadens bei Spannung von 110 Volt brennen kann; ferner besitzt sie den Vortheil, dass sie in allen Lagen angebracht werden kann. Es ist sogar anzunehmen, dass man die Tantallampe auch für höhere Spannungen fabriciren wird. Die nutzbare Brenndauer beträgt 400—600 Brennstunden bei einer Gesamtlebensdauer bis über 1000 Brennstunden. Sorgfältiger Schutz gegen Erschütterungen ist zunächst, insbesondere wenn die Lampe noch nicht gebrannt hat, weniger, später aber dringend erforderlich. Dann bricht der Faden leicht, und wenn auch die einzelnen Fadenenden bei Berührung wieder zusammenschmelzen und die Lampe weiter brennt, so wird dadurch doch häufig eine derartige Verkürzung des Fadens entstehen, dass er durch die erhöhte Beanspruchung bald zerstört wird. Andererseits ist infolge des Umstandes, dass der spezifische Widerstand des Tantals mit der Erwärmung zunimmt, die Lampe gegen Spannungsänderungen nicht so empfindlich wie die Kohleglühlampe ist. Sie giebt, wie auch die Osmiumlampe, ein stets gleichmässiges, weisses Licht. Ein weiterer, wenn auch geringerer Vortheil ist, dass die leuchtende Fläche grösser und gleichmässiger über den Lampenumfang vertheilt ist, als bei der Lampe mit ein oder zwei Fadenbügeln.

Die Lichtstärke der Tantallampe ändert sich nach den Versuchen Ambler's mit der Spannung in weit geringerem Grade als die der Kohlefadenlampe, während der Unterschied nach Kennelly und Whiting nicht so gross sein soll. Nach Ambler bewirkt eine Spannungssteigerung von 4 Procent eine Lichtsteigerung von ungefähr 24 Procent bei der Kohlefadenlampe, dagegen nur 9 Procent bei der Tantallampe, und um dieselbe Aenderung der Lichtstärke in beiden Lampen hervorzurufen, bedarf es bei der Tantallampe etwa einer doppelt so grossen Spannungsänderung als bei der Kohlefadenlampe. Auf 2 Procent Spannungssteigerung kommen für die Kohlefadenlampe etwa 11 Procent Lichtsteigerung, für die Tantallampe dagegen nur 5 Procent. Dieses Resultat erklärt sich leicht durch den positiven Temperaturcoefficienten der Tantalfäden und den negativen der Kohle. Die gleiche Spannungssteigerung hat infolge der Widerstandszunahme eine kleinere Effect- und damit Temperatursteigerung zur Folge als bei der Kohlefadenlampe.

Der jetzige billige Anschaffungspreis (2,50 M.) und die höhere Klemmenspannung schaffen der Tantallampe ein Uebergewicht über die Osmiumlampe, und es dürfte ihr ein grosser Erfolg beschieden sein, wenn die Oekonomie durch die

neuesten Zirkon- und Wolframlampen nicht übertroffen worden wäre.

Wie schon erwähnt, sollen die Zirkonlampen nach den eigenen Angaben ihrer Fabrikanten und Bojes mit 1 Watt pro Kerze brennen, die Durchschnittsbrenndauer soll wenigstens 500 Stunden betragen. Einstweilen werden Zirkonlampen bis zu Spannungen von 110 Volt auf den Markt gebracht. Der Preis einer 40 voltigen Lampe beträgt 3 M., einer 75 voltigen 3,50 M. und einer 120 voltigen 4 M.

Die Iridiumlampe von Gülcher wird nur für niedrige Spannungen — bis 24 Volt — fabricirt. Der Preis für eine 12—24 voltige Lampe beträgt 3,50 M. Die Lampen sollen mit 1—1,5 Watt pro Kerze brennen. Veröffentlichungen über Messresultate und Brenndauerversuche liegen hierüber nicht vor.

Die allerneueste Erscheinung auf dem Gebiete der Metallfadenglühlampen ist nun die Wolframlampe, die nach vier Verfahren bzw. von vier Firmengruppen fabricirt wird.

Die erste Gruppe verwerthet die Patente von Just und Hanamann. Die Fabrik beabsichtigt eine Normaltype von 30—40 Kerzen für eine Spannung von 110 Volt und 1,1 Watt pro Kerze zu schaffen; es soll sogar Aussicht vorhanden sein, bis auf 0,8 Watt pro Kerze herunter zu kommen. Im Laboratorium der städtischen Electricitätswerke München ergaben diese Lampen von 38,9—45,7 Kerzen einen specifischen Effectverbrauch von rund 1,1 Watt pro Kerze.

Die Kuželschen Wolframlampen wurden von ihrem Fabrikanten Kremenecky in Wien geprüft und ergaben für Lampen von etwa 19—32 Volt eine Oekonomie von etwa 1—1,25 Watt bei einer Nutzbrenndauer von 1000 Stunden, wobei die durchschnittliche Lichtabnahme nicht mehr als 10—15 Procent der anfänglichen Lichtstärke betrug. Das Durchbrennen soll wie bei der Tantallampe nur höchst selten die Lampe unbrauchbar machen und ihre relative Lebensdauer beeinflussen, da in fast allen Fällen, in welchen der Faden überhaupt reisst, ein Zusammenschweissen des Fadens stattfindet, so dass die Lampe von selbst wieder weiterbrennt.

Nach einer vom August 1905 datirten Prüfung des k. k. Technologischen Gewerbemuseums in Wien sollen 32- und 30-voltige Kužellampen mit einer durchschnittlichen Oekonomie von 1,06 und 1,12 Watt pro Kerze gebrannt haben. Die Lebensdauer betrug 1000 bzw. 1490 Stunden, während die Lichtabnahme am Schlusse 1,6 Procent resp. 4,5 Procent der ursprünglichen Helligkeit betrug. Auch nach den Angaben der Prüfungsstelle der österreichischen Einkaufsgenossenschaft hatten 55-voltige Lampen 31 Kerzen und 1,1 Watt pro Kerze bei Beginn des Versuches und nach 917 Stunden 28,6 Kerzen und 1,185 Watt pro Kerze, was einer Lichtabnahme

von 7,6 Procent innerhalb 917 Stunden entspricht.

Wie mir von privater Seite mitgeteilt wird, ist stark zu hoffen, dass die Kuzelschen Wolframlampen für Spannungen von 110 Volt bald in den Handel gebracht werden. Die Herstellungskosten werden sich verhältnissmässig gering stellen, und es werden bereits alle Vorkehrungen getroffen, um die neue Lampe bis zur nächsten Saison auf den Markt zu bringen.

Der Stromverbrauch bei den 3 Ampère-Hewittlampen beträgt 0,33—0,15 Watt für eine Kerze, was ungefähr dem besten Ergebnis entspricht, das bis jetzt mit Flammenbogenlampen erreicht ist. In Bezug auf die Beständigkeit der Leuchtkraft und die Ruhe des Brennens ist das Quecksilberdampflicht bis jetzt unübertroffen, zumal selbst ziemlich bedeutende Spannungsschwankungen ohne Einfluss sind. Der Hauptvorteil der Quecksilberlampe besteht aber darin, dass sie keine Bedienung und keine Regelung erfordert, und dass die Leuchtkraft fast unverändert bleibt. Die Lebensdauer der Hewittlampe lässt bei guter Behandlung wenig zu wünschen übrig. Lampen, die noch in gutem Zustande waren, hatten bereits eine Lebensdauer von 7000 und mehr Brennstunden erreicht. Der Preis einer Quecksilberdampf Lampe von 75 cm Länge mit 500—600 Normalkerzen-Leuchtkraft beträgt in Amerika mit Einschluss von allem Zubehör 30 Dollar (120 M.), und die Quarzlampe von Heraeus, die aus einem für ultraviolette Licht durchlässigem, sehr theurem Quarzglas besteht, kostet 300 M. einschliesslich der Schaltverbindungen. Die Uviolampe von Schott von 25 cm Länge stellt sich etwa mit Halter auf 125 M. Dass der allgemeinen Einführung der Quecksilberlampen hauptsächlich die bläulich-grüne Farbe, die sehr unangenehm wirkt, entgegensteht, haben wir schon des öfteren erwähnt.

Die von der Osmiumlicht-Unternehmung in Wien fabricirten Wolframlampen, die auch Osminlampen genannt werden, wurden ebenfalls auf Veranlassung Uppenborns im Laboratorium der städtischen Elektrizitätswerke München untersucht und ergaben bei 110 Volt 54,7—55,6 Kerzen und 1,026—1,047 Watt pro Kerze.

Ferner fand das Technologische Gewerbemuseum in Wien an sechs Lampen einen spezifischen Effectverbrauch von 1,03 Watt pro Kerze und nach 1776 Brennstunden einen solchen von 1,09 Watt pro Kerze. Es wird von der Gesellschaft beabsichtigt, Osminlampen von 40, 50 und 60 Kerzen bei 105 und 110 Volt herzustellen.

Die Lebensdauer der Osramlampe der Deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft giebt ihre Fabrikantin selbst auf durchschnittlich über 1000 Brennstunden an, während welcher Zeit

eine Abnahme der Leuchtkraft im Durchschnitt nicht eintreten soll. Nach einem Prüfungsprotokoll der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hatten 32kerzige Lampen nach 500 Stunden noch eine Zunahme der Helligkeit von rund 2 Procent, während die 25kerzigen Lampen gegen ihre Anfangshelligkeit noch nicht ganz 1 Procent verloren hatten. Der spezifische Effectverbrauch betrug bei den 32kerzigen Lampen 1,12 Watt pro Kerze, bei den 25kerzigen 1,08 Watt pro Kerze. Auch nach 1000 Stunden hatten sich diese Verhältnisse nur unwesentlich geändert.

Die Auer-Gesellschaft beabsichtigt, Osramlampen auch für 220 Volt herzustellen, und zwar für 40 und 50 Kerzen mit einem spezifischen Effectverbrauch von 1,2 Watt pro Kerze, ferner Lampen von 50—200 Kerzen und 1 Watt pro Kerze. Die Lebensdauer dieser Lampen soll bei voller Lichtconstanz durchschnittlich über 1000 Stunden betragen.

Ob die neuen Wolframlampen die in sie gesetzten weitgehenden Erwartungen erfüllen werden, kann natürlich erst eine gründliche Erprobung unter den Verhältnissen der Praxis zeigen. Vorläufig befinden sich alle neueren Metallfadenlampen noch im Stadium der Laboratoriumsentwicklung bzw. Fabrikationsvorbereitung, in welchem man die Lampen nicht gerne an die Oeffentlichkeit bringt. Deshalb muss es um so mehr Wunder nehmen, wenn die Tagespresse häufig Berichte über Metallfadenlampen bringt, nach welchen selbst ein spezifischer Effectverbrauch von 0,5 Watt pro Kerze in Aussicht gestellt wird. Jeder Fachmann weiss, dass eine 1-Wattlampe einen so gewaltigen Fortschritt für die elektrische Beleuchtung bedeutet, dass der Schritt zur $\frac{1}{2}$ -Wattlampe vorerst gar nicht dringlich ist, im Gegentheil, es erscheint viel fruchtbringender, wenn wir den Erfindern Zeit lassen, ihre einwattige Wolframlampe erst lebensfähig zu machen. Das nervöse Hasten nach Erfolgen ist charakteristisch für unser modernes Zeitalter der Erfindungen, und das bekannte Symptom der Raschlebigkeit in der Entwicklungsgeschichte der Elektrotechnik könnte doch zu leicht wieder zu einem längeren Stillstand zwingen. Stillstand bedeutet Rückschritt, und einen solchen wünscht wohl niemand der Elektrotechnik.

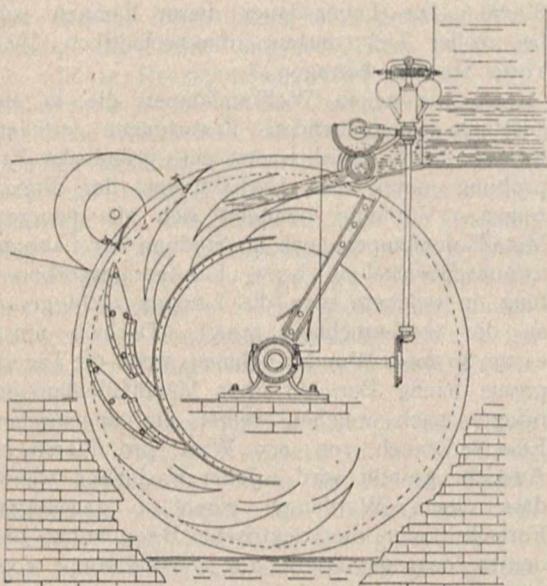
Die Nothwendigkeit, die neuen Lampen in verticaler Lage nach abwärts zu benutzen, die übrigens die günstigste für horizontale Beleuchtung vorstellt, könnte man als eine Schwäche im Vergleich zur Kohlelampe bezeichnen, aber hat nicht in neuester Zeit das Invertlicht dem Gasglühlicht weitere Gebiete erobert, die bisher nur dem elektrischen Glühlicht vorbehalten waren?

Wie wir gesehen haben, arbeiten eine Reihe von Erfindern an der Herstellung der Wolfram-

lampe; es muss aber ausdrücklich betont werden, dass in den Ländern, wo eine Vorprüfung der Patente auf Neuheit erfolgt, wie insbesondere in Deutschland und Oesterreich, bisher mit Ausnahme der ersten Anmeldung von Just und Hanamann auf keine der vorliegenden diversen Anmeldungen eine Patentertheilung erfolgte. Es lässt sich somit heute noch nicht übersehen, welches der verschiedenen Verfahren einen wirksamen Patentschutz erhalten wird, ebenso wenig wie sich beurtheilen lässt, welches Verfahren für die Praxis brauchbare Lampen liefern wird.

Nach diesen Betrachtungen drängt sich uns die Frage auf: Welches Licht wird endlich Sieger bleiben und die übrigen Lichtarten verdrängen? Elektrizität, Leuchtgas, Petroleum,

Abb. 590.



Hydrovolutenanlage für ein Elektrizitätswerk.

Spiritus und Acetylen sind in einen scharfen Wettbewerb getreten. Helligkeit liegt mit der Wohlfeilheit in erbittertem Kampfe, leichte Verwendbarkeit mit der umständlichen, an den Ort gebundenen Einrichtung.

Es ist anzunehmen, dass keine der bestehenden Lichtarten die andere so bald gänzlich verdrängen wird. Das Versorgungsgebiet ist zu gross, und wenn selbst noch mehr neue Lichtquellen auftauchen sollten, es ist für alle Raum, und alle können neben einander bestehen.

Ob wir wirklich eine elektrische Glühlampe mit einem spezifischen Effectverbrauch von $\frac{1}{2}$ Watt pro Kerze bald besitzen werden, ist noch eine grosse Frage und vorläufig nur von den Optimisten mit „ja“ zu beantworten. Eine halbwattige Glühlampe würde einen gewaltigen Fortschritt bedeuten, dessen Einfluss auf die Entwicklung der elektrischen Beleuch-

tung und der Elektrizitätswerke sich noch gar nicht übersehen lässt. Bis jetzt ist die elektrische Beleuchtung immer noch nur eine Luxusbeleuchtung. Bei einem Verbrauch von $\frac{1}{2}$ Watt pro Kerze wird das elektrische Licht aber so billig wie das Gasglühlicht, vorausgesetzt, dass der jetzige Energiepreis von etwa 40—50 Pfg. für die Kilowattstunde erhalten bleibt. Bei der Verbreitung einer solchen Lampe würde sich natürlich der Bedarf an elektrischer Energie steigern, was jedenfalls mit einer Preisverminderung der Energie gleichbedeutend wäre. Wenn wir unseren speculativen Blick weiter schweifen lassen, so würde hiermit eine Entwicklung der Elektrizitätswerke verbunden sein, im Vergleich mit welcher der jetzige Stand und die Grösse dieser Werke nur ein bescheidener Anfang genannt werden müsste.

Ebenso wie früher bei der schnellen Entwicklung der elektrischen Beleuchtung manche Finanzmänner behaupteten, dass in der Beleuchtungsfrage das elektrische Licht eine vollkommene Umwälzung hervorrufe, zerstöre was existire, und für sich alle Anwendungen für öffentliche und private Zwecke monopolisire, ebenso könnte dieser Mahnruf vernommen werden, wenn es der Elektrotechnik gelänge, mit einer $\frac{1}{2}$ -Wattlampe auf dem Kampfplatz zu erscheinen.

Solche Ereignisse steigern aber bekanntlich nur das Lichtbedürfniss und bewirken neue Verbesserungen, was Veranlassung zu Preissermässigungen giebt, die der Allgemeinheit zu Gute kommen. Deshalb können wir es nur mit Freuden begrüßen, dass sich in der elektrischen Beleuchtung eine grosse Umwälzung vorbereitet. [10201]

Die Hydrovolute und ihre Anwendung.

VON KARL RADUNZ.

Mit vier Abbildungen.

Das Bestreben der Ingenieure, für den Zweck der Ausnutzung der Wasserkräfte immer bessere, practischere und möglichst wirthschaftliche Motore zu erfinden, hat eine Reihe von Constructionen geschaffen, die den verschiedenen Ansprüchen, die an sie gestellt werden, Rechnung tragen sollen. Im wesentlichen zerfallen diese Motore in die zwei Gruppen der Wasserräder und der Wasserturbinen. Mit dem Namen „Wasserräder“ bezeichnet man im engeren Sinne die hydraulischen Motore mit wagerechter Achse, welche am Umfange Schaufeln oder Zellen zur Aufnahme des Wassers tragen, in denen letzteres nach seinem Eintritt unter gleichmässiger Drehung des Rades relativ zu demselben ruht. Im Unterschied von den Wasserrädern, die hauptsächlich aus practischen Versuchen nach und nach entstanden sind und zu den ältesten Kraftmaschinen gehören, sind die Turbinen in ihren verschiedenen

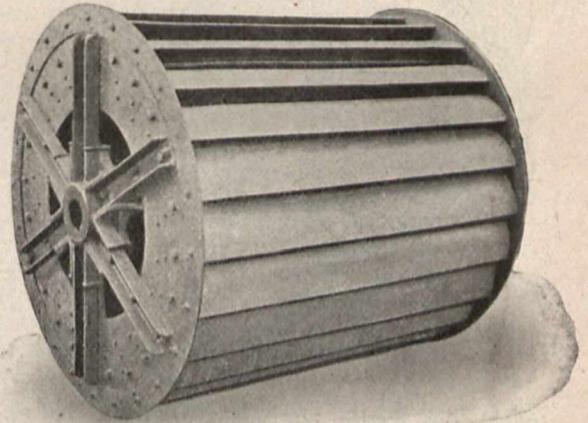
Typen Erzeugnisse der neueren Technik und des im Laufe des verflorenen Jahrhunderts in ungeahnter Weise entwickelten Fortschritts im Maschinenbau. Bei ihnen, die meistens eine senkrechte Achse besitzen, befindet sich das Wasser relativ zu den Schaufeln in Bewegung. Indem dasselbe durch seine lebendige Kraft auf gekrümmte Flächen wirkt, die den Wasserstrom ablenken und ihm seine Geschwindigkeit entziehen, welche er beim Ausströmen aus den Leitkanälen durch die Gefällshöhe erlangt, kommt die Maschine zur Drehung. Von den drei Arten der Wasserräder, den unter-, mittel- und ober-schlächtigen Rädern, tragen die letzteren dem Charakter der Wasserkraft am besten Rechnung, indem sie das zufließende Wasser aufspeichern, bis es eine Wasserlast wird, welche durch die Schwerkraft, mit der sie niedersinkt, das Rad dreht. Es haften diesem recht leistungsfähigen System jedoch einige Mängel an, die seine Wirkung beeinträchtigen. Bei schnellfließendem Wasser wird das in den Zellen befindliche Wasser durch das nachströmende wieder zum Theil aus den Zellen herausgepresst, vor Bewegungsbeginn füllt sich das Rad nur bis zu einem Viertel des Radkranzes, weil in der Achsenhöhe das Wasser aus den Zellen herausfällt, und schliesslich verliert das Rad während der Drehung zu früh das aufgespeicherte Wassergewicht. Diesen Uebelständen soll nun ein ober-schlächtiges Wasserrad mit doppeltem Schaufelkranz, eine Erfindung des Professors Frank Kirchbach in München, von demselben Hydrovolve genannt, abhelfen. Da dieser in Deutschland und den anderen Culturstaaten patentirte Wassermotor die Vorteile der Turbinen in der Ausnutzung der Druckhöhe mit denen des, vermittels der Schwerkraft des Wassers arbeitenden, ober-schlächtigen Wasserrades verbindet und wegen seines gleichmässigen Ganges und seines hohen Nutzeffectes besondere Beachtung verdient, sei er im nachstehenden näher behandelt.

Ueber seinen Wassermotor machte Professor Kirchbach anfangs 1904 bereits einem kleinen Kreise von Interessenten Mittheilung. Inzwischen hat er seine Erfindung weiter durchgearbeitet, insbesondere auch ihre Anwendung in den Kreis seiner Versuche gezogen und deren vorläufige Ergebnisse in einer kleinen Schrift*) niedergelegt.

Die Hydrovolve, deren Construction aus Abbildung 590 und 591 ersichtlich ist, ist ein Wasserrad mit horizontaler Achse, mit geschlossenem Radboden und geschlossenem Getäfer. Der so am Umfang gebildete Kanal enthält zwei Kränze von Schaufeln und Zellen zur Aufnahme des

Wassers. Der innere Kranz von Schaufeln bildet mit dem Radboden zusammen Zellen, der äussere Kranz besteht aus Zellen, deren innerer Rand niedriger ist als der äussere und deren innere Wände mit den Schaufeln des Innenkranzes Durchlasskanäle bilden. Durch diese sinnreiche Anordnung wird das Wasser gezwungen, jedesmal, wenn ein oberes Zellenpaar gefüllt ist, im Innern des Rades in das nächste Zellenpaar überzufließen und so alle Zellen zu füllen, bis es endlich am tiefsten Punkte des Radkranzes ausfließen kann (Abb. 592). Es wird dadurch erreicht, dass der Radkranz bis zur vollen Hälfte des Umfanges durch das Wasser belastet wird; daher ist auch das Umlaufvermögen dieses Motors ein sehr hohes. Die Zuführung des Wassers, welche in einer sehr gestreckten, sich einer Geraden nähernden Parabel geschieht, wird so geregelt, dass die Zellen fast bis zum äusseren

Abb. 591.



Ansicht einer Hydrovolve.

Rande gefüllt sind. Grössere Wassergeschwindigkeiten werden bei dem Rade besser als bei gewöhnlichen ober-schlächtigen Rädern ausgenutzt, weil der in das Rad eintretende Wasserstrahl unter die Aussenschaufel tritt und nach dem Innern des Rades abgelenkt wird. Kirchbach präcisirt die Art der Wirkung des Wassers auf seinen Motor wie folgt.

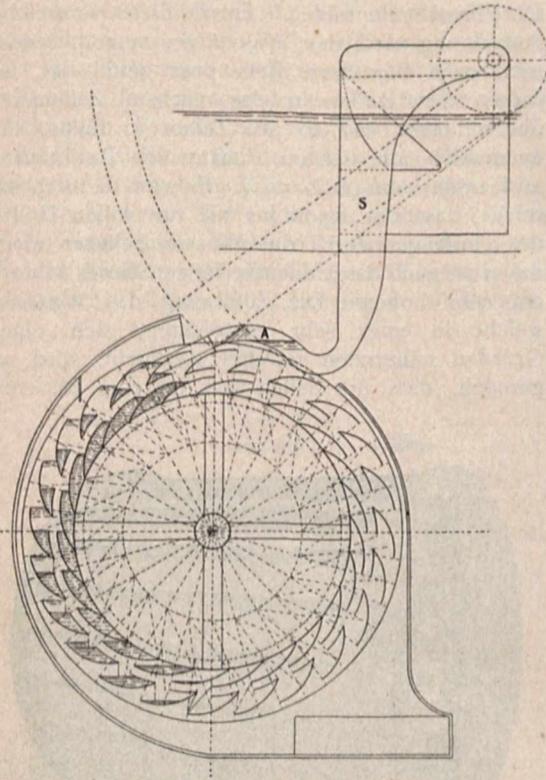
Es wirkt zunächst die lebendige Kraft des Wassers als Stoss beim Eintritt in die gewölbten Innenflächen der Schaufeln, wobei das Wasser nach unten ausweicht und der für die Kraft tödtliche Gegenstoss vermieden wird, ähnlich wie im Peltonrad. Die andere Art der Wirkung ist die schnelle Gewichtsbildung in den Zellen und beim Durchdrängen der Ueberlaufkanäle. Ausserdem besteht noch eine besondere Reaktionswirkung beim Austritt aus den Innenschaufeln über die Aussenschaufeln.

Nach dem Verlassen der untersten Schaufel hat das Wasser seine ganze Arbeitskraft an die

*) „Die Hydrovolve und die Hydrolocomotive.“ Zwei Arbeiten über Wasserkraft von Professor Frank Kirchbach.

Hydrovolve abgegeben, was sich äusserlich auch durch die fast völlige Ruhe des unteren Wasserspiegels bemerkbar macht. So ist der Nutz-

Abb. 592.



Wirkungsweise der Hydrovolve.

effekt des Rades ein ungewöhnlich hoher und der Verlust fast nur durch die Zapfenreibung bedingt.

Die Grösse des Raddurchmessers wird den jeweiligen Anforderungen entsprechend gewählt. Zum Betriebe von Dynamomaschinen, bei denen es sich bekanntlich meistens um hohe Tourenzahlen handelt, wird bei genügender Druckhöhe ein so kleiner Durchmesser am Platze sein, dass die Dynamomaschine mit Vortheil direct mit der Betriebswelle verbunden werden kann, während bei grosser Kraftentwicklung, zwecks Erzielung eines besseren Nutzeffektes, ein grosser Durchmesser vorzuziehen ist.

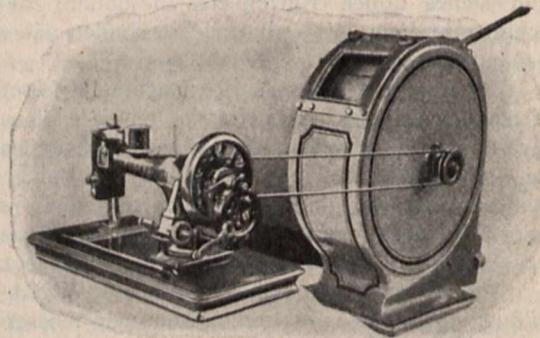
Mitte vorigen Jahres wurde in der Fabrik von C. Schniewindt in Neuenrade in Westfalen eine Hydrovolve für 150 bis 300 Liter Wassermenge pro Secunde, bei einem Gefälle von 4,8 m, eingebaut. Der Durchmesser des Rades beträgt 2,7 m. Bei der durch den Oberingenieur der Sundwiger Eisenhütte vorgenommenen Bremsung ergab sich ein Nutzeffekt von 84,6 Procent. Das bislang dort im Betrieb befindliche alte ober-schlächlige Wasserrad mit einem Durchmesser von 4 m leistete weit

weniger. Auch fiel es auf, dass der neue Motor beim Anlassen sich sofort in Bewegung setzte und stossfrei arbeitete, so dass die von ihm betriebene Dynamomaschine sehr ruhiges Licht liefert.

Neben der Anwendung der Hydrovolve bei Ausnutzung mittlerer und grösserer Wasserkräfte für Electricitätswerke, Mühlen u. dergl. dürfte sie als Kleinmotor für die verschiedensten Zwecke Einführung finden. Hierfür werden die Räder, in einem festen wasserdichten Gehäuse eingebaut, in fertigen Abmessungen geliefert, um die Anschaffungskosten nach Möglichkeit herabzumindern. Diese Motore können an jedem beliebigen Platz aufgestellt werden, und man braucht nur für den Anschluss an eine vorhandene Wasserkraft und für einen Abfluss des verbrauchten Wassers, das für andere Zwecke weiter benutzt werden kann, zu sorgen. Als Wasserkraft kann hier die städtische Wasserleitung, die oft Wasser von grosser Druckhöhe liefert, herangezogen werden. Die Abbildung 593 zeigt als Beispiel eine mittels Hydrovolve angetriebene Nähmaschine. Auch im landwirthschaftlichen Betriebe dürfte manche kleinere Wasserkraft, die bisher unbenutzt geblieben war, mittels Hydrovolven für Arbeitsmaschinen, Apparate u. s. w. ausgenutzt werden können.

Abgesehen von diesen Anwendungsformen beabsichtigt Professor Kirchbach seine Erfindung einem Verwendungszweck dienstbar zu machen, der, wenn er in der Praxis sich bewähren sollte, uns grossartige Perspektiven eröffnen würde. Professor Kirchbach will nämlich seine Hydrovolve zum Antrieb von Locomotiven benutzen, die er sinngemäss Hydrolocomotiven nennt. In diesen will er die auf der Erde von Berg zu Thal strömenden grossen Wassermassen, in denen unendliche Kräfte vor-

Abb. 593.



Antrieb einer Nähmaschine mittels Hydrovolve.

handen sind, mittels seines Motors wirksam machen.

Bedingung für den Betrieb von Hydrolocomotiven ist eine neben dem Gleise in gewisser Höhe geführte Wasserrinne, aus welcher die

Maschine ihren Kraftbedarf an Wasser entnimmt. Dies geschieht durch einen Saugheber, der, einmal luftleer gemacht, solange Wasser in der Rinne vorhanden ist, unter dem Druck der Atmosphäre arbeitet. Der Saugheber ist in seiner einfachsten Form ein U-förmig gebogenes Rohr, dessen kurzer Schenkel in die Wasser Rinne taucht, während durch den langen Schenkel mittels eines geeigneten Mundstückes der Hydrovolve das Wasser zufließt. Um den Arbeitszustand bei dem Locomotivsauger herbeizuführen, wird der letztere um einen Drehpunkt auf dem Saugeurm in die Höhe gedreht, was durch Spindel und Zahnrad vom Führerstand der Locomotive aus geschieht. In dieser Stellung wird Wasser in den Sauger gefüllt, seine Oeffnungen werden geschlossen und er selbst wieder in seine Arbeitsstellung zurückgebracht, in der er nach Oeffnung der Verschlüsse in Wirkung tritt. Der Schieber am Saugeschenkel dient ausserdem zur Fahrtregulirung. Zur Einschränkung des Wasserwiderstandes gegen den Körper des Saugers in der Wasser Rinne während der Fahrt ist der Sauger schiffsförmig mit scharfem Bug gebaut.

Zur Uebertragung der Kraft der Hydrovolve auf die Triebäder dient eine Gelenkkette, durch welche eine zweite Welle angetrieben wird, die zwei Reibungskuppelungen trägt. Die eine Reibungskuppelung wirkt durch zwei, die andere durch drei Zahnäder auf die Triebäder. Diese Anordnung ermöglicht ein Umsteuern der Locomotive nach vor- und rückwärts, während die Wasserräder ihre Drehrichtung beibehalten.

Die Betriebskraft für die Hydrolocomotive, das Wasser, gedenkt Kirchbach aus den natürlichen Reservoiren, wie den Strömen, hochliegenden Seen u. dergl. zu entnehmen. Er betrachtet die älteren Inundationslinien der Ströme als die natürlichen Bankette, auf welchen die Bahnlinien die nothwendige Tracirung schon vorbereitet finden. Die Anlagekosten einer Wasser Rinne, wie sie eine derartige Bahn erfordert, berechnet er für eine doppelgleisige Normalspurbahn unter Zugrundelegung der jetzigen Preise des Eisenmarktes auf 20 000—25 000 Mark pro Kilometer, im Vergleich zu denen er darauf hinweist, dass die Betriebskosten an Kohlen allein für die Dampfisenbahn in Deutschland pro Jahr und Nutzkilometer 4000 bis 5000 Mark betragen, die Kohlenvorräthe der Erde aber stetig weniger, also beständig theurer werden.

Professor Kirchbach hat die Idee seiner Hydrolocomotive an verschiedenen Versuchsmodellen erprobt und ist mit weiteren Versuchen in dieser Frage noch beschäftigt. Man darf auf den Ausfall derselben, auch in grösserem Maassstabe, mit Recht gespannt sein. Verwirklicht sich die weit ausschauende Idee des Erfinders

auch vielleicht nicht in dem Maasse, wie er es erhofft, so dürfte das Erscheinen des neuen Verkehrsmittels doch immerhin von Bedeutung sein.

[10081]

RUNDSCHAU.

(Schluss von Seite 783.)

Was geht nun hierbei vor? Offenbar bahnt sich der Entladungsfunke durch das Wasser hindurch einen Weg, dessen Form nichts anderes sein kann als ein feiner Canal. Ob dabei das Wasser nur mechanisch verdrängt oder ob es verdampft oder gar dissociirt wird, kann auf sich beruhen bleiben, weil in jedem Falle die Wirkung auf die Canalwandung ein zwar ausserordentlich kurzer, verhältnissmässig aber ungeheuer starker Stoss und dessen Folge eine momentane Verdichtung einer vielleicht nur wenige Molecüle dicken Grenzschrift sein muss. Die Einrede, dass den Wassertheilchen die Bewegungsenergie des Funkens rein mechanisch nur mitgetheilt werde, ist hier völlig unzulässig, weil ja wägbare Materie ganz ausser Stande ist, auch nur annähernd elektrische Geschwindigkeiten anzunehmen. Was wir aber genau wissen, ist, dass jede Verdichtung eines elastischen Mediums in ihm als Welle fortschreitet; nehmen wir also als Geschwindigkeit dieser Stosselle, die nicht anders als sehr kurz sein kann, die des Schalles im Wasser mit 1425 m/s an, so ist klar, dass sie die innere Gefässwand fast augenblicklich erreichen wird. Von dieser — eine freie Oberfläche würde sich ebenso verhalten — reflectirt, entwickeln sich stehende Wellen von solcher Schwingungsenergie, dass sie, die geringe Cohäsion des Wassers leicht überwindend, es ganz eigentlich zerspringen machen, sein Volumen dabei vergrössern und so das Gefäss zertrümmern. Auch das Glas selbst wird mit in Schwingungen versetzt werden und so die Wirkung noch befördern. Diese Deutung des Vorganges setzt nichts Unbekanntes voraus; dass Wasser in innere Schwingungszustände gerathen kann, ist wohlbekannt, und dass Körper, wie Gläser und Glocken, durch zu energische Schallschwingungen zerspringen können, ist gleichfalls eine alte Erfahrung.

Allerdings pflegen Körper, die unter Umständen dem Zerspringen ausgesetzt sind, nicht nur hart, sondern auch spröde zu sein, so dass die Anwendung dieses Ausdruckes auf Wasser willkürlich und gewaltsam erscheinen könnte. Die Erfahrung lehrt jedoch, dass es sich plötzlichen Stoss- und Schlagwirkungen gegenüber ganz anders als beim langsamen Zertheilen benimmt; jeder, der beim Baden einmal mit ausgestrecktem Arm und flacher Hand auf die glatte Wasserfläche geschlagen hat, erinnert sich sehr genau, wie weh er sich an dem unerwarteten harten Widerstande gethan hat. Und dass ein verunglückter Kopfsprung, bei dem der Ungeschickte flach aufs Wasser fällt, sehr ernste Folgen für ihn haben kann, ist gleichfalls jedem Schwimmer wohlbekannt. Massenträgheit, Cohäsion und kinetische Energie kleinster Theilchen wirken zusammen, das sonst so bewegliche Wasser für ein kurzes Zeittheilchen so zu verändern.

Also hart, sehr hart sogar, kann das Wasser unter Umständen sein; ist es das aber einmal, so muss es wohl oder übel dann auch spröde sein, weil ihm ja Zähigkeit, die einem harten Körper erst Widerstandsfähigkeit gegen heftige mechanische Erschütterungen verleiht, fast gänzlich mangelt. Eine Verbindung scheinbar so unvereinbarer Eigenschaften wie Flüssigkeit und Sprödigkeit ist übrigens

keine unerhörte Sache. Es sei nur an das Verhalten des Pechs, des Siegellackes, des Asphaltes, überhaupt der Harze, erinnert, die sämmtlich durch einen Hammerschlag leicht in Splitter zertrümmert werden können und dennoch unter dem geringfügigen Druck oder Zug der Schwere allmählich breit auseinander- und aus einzelnen Stücken zum Ganzen zusammenfließen. Dass zu diesen merkwürdigen, gewissermaassen heimlichen Flüssigkeiten auch das Glas gehört, ist den Lesern des *Prometheus* gewiss noch aus dem in Nr. 846/47 abgedruckten Vortrage des Herrn Herausgebers erinnerlich. Interessante Betrachtungen über den inneren Bau der Flüssigkeiten, ausgehend von dem Standpunkt, dass Sprödigkeit eines Stoffes offenbar auf der Neigung seiner Molecüle beruht, sich fester zu bestimmt geformten Gruppen bei loserem Gruppenverbande zusammen zu schliessen, locken hier zum Abschweifen; ob eine schlummernde Fähigkeit, flüssige Krystalle zu bilden, nicht durch heftige mechanische Reize augenblicklich geweckt werden kann, ob Schall- und feinere Schwingungszustände in elastischen Medien wirklich so einfach verlaufen, wie man meint, mit blosser Verdichtung und Ausdehnung — das alles wäre noch zu untersuchen. Doch sei es mit dieser Andeutung hier genug.

Eine willkommene Bestätigung dessen, was vorhin über den Versuch mit dem elektrischen Entladungsfunken ausgeführt wurde, bietet das Verhalten von Glasscheiben gegen den Anprall von Geschossen. Ein geschleudertes Stein zertrümmert eine Fensterscheibe, eine Büchsenkugel macht nur ein glattes rundes Loch — das weiss jeder und das erstere sogar meistens aus eigensten trüben Jugenderfahrungen. Es ist ja auch begrifflich genug: der verhältnissmässig langsam anprallende Stein lässt der getroffenen Stelle Zeit, ihre Erschütterung der ganzen Scheibe mitzutheilen; die Büchsenkugel hat dagegen die von ihr berührten Theilchen so schnell aus dem Zusammenhange herausgerissen, dass die ganze übrige Scheibe so zu sagen gar nichts davon gemerkt hat. Und je geschwinder, um so besser natürlich.

Leider ist es mit dieser schönen Gewissheit nichts; es reiht sich vielmehr auch dieser Fall den vielen anderen an, die uns zu unserem Heil von Zeit zu Zeit nachdrücklich daran mahnen, dass all' unser Wissen Stückwerk ist, und dass das Lernen niemals aufhört. Die alte Büchsenkugel flog mit einer Geschwindigkeit von etwa 300 m einher; das moderne Geschoss — Kugeln — sind es ja längst nicht mehr — durchzischt die Luft mit mehr als doppelter Schnelligkeit und — zertrümmert trotzdem unlogischerweise die getroffene Fensterscheibe so gründlich, dass sie in zahllose Stückchen mit zackigen Bruchrändern zerfällt, und dies obendrein, nachdem es sich schon wieder eine ganze Strecke von ihr entfernt hat. Die photographischen Aufnahmen lassen keinen Zweifel daran. Was heisst dies nun? Augenscheinlich nur dies: der langsame Stein vermöchte noch nicht, der getroffenen Stelle eine sie aus dem Zusammenhange des Ganzen sofort lösende Geschwindigkeit mitzutheilen, die alte geschwinde Büchsenkugel war schon dazu im Stande, das rasend schnelle moderne Geschoss ist es nicht mehr. Ihm gegenüber kommt die Massenträgheit der Materie zur vollen Geltung, die ihr verbietet, als Ganzes aus dem Zustand der Ruhe heraus augenblicklich eine enorme Geschwindigkeit anzunehmen. Wohl aber sind die Molecüle dazu noch im Stande; die unmittelbar berührten weichen auf die zunächst hinter ihnen liegenden zurück, erzeugen damit eine äusserst dünne Verdichtungsschicht, und diese Verdichtung schreitet nach allen Seiten als Welle mit einer nur von der Dichtigkeit und Elasticität des Glases abhängigen, die

des Geschosses weit überbietenden Geschwindigkeit fort. An den Grenzen des Glases reflectirt, bilden sich die fortschreitenden zu stehenden Wellen um, die die Cohäsion des spröden Stoffes überwinden und sein Gefüge zerstören. Das alles ist zwar vollendet, bevor das Geschoss noch die Glasscheibe verlassen hat, kann aber wegen der verhältnissmässig langsamen Fall- und Schleuderbewegung erst später sichtbar werden.

Durch die Erläuterung dieser beiden Vorgänge ist nunmehr auch unser Problem gelöst. Das durch einen elektrischen Funken zertrümmerte Glasgefäss, die Glasscheibe, die volle Schädelkapsel, der Markknochen u. a. m. erleiden ihre Zerstörungen nicht, weil ihren sicht- und greifbaren Theilchen eine ausserordentlich hohe Bewegungsenergie augenblicklich mechanisch aufgezwungen wurde, sondern gerade umgekehrt, weil sie einem solchen Zwange für eine sehr kurze Zeit vermöge ihrer kinetischen Energie Widerstand zu leisten vermögen. Was dann eigentlich wirkt, sind ihre eigenen, nur von ihrer physikalischen Beschaffenheit abhängigen Spannkraften, ähnlich, wenn auch nicht ganz gleich, den chemischen in explosive Stoffe gebannten Spannkraften, nur dass sie nicht wie diese durch eine geringfügige Auslösung entfesselt werden können.

Busch, der schon 1874 eine zu Anfang dieser Untersuchung als beachtenswerth bezeichnete Theorie dieses Problems aufgestellt hat, sie aber schliesslich doch nicht zu allgemeiner Anerkennung bringen konnte, ist nur daran gescheitert, dass er die Wellennatur des Vorganges nicht erkannte. Er behauptete mit Recht, dass die Wirkung nach dem Gesetze des hydrostatischen Druckes erfolge, das bekanntlich ausspricht, dass ein irgendwo auf eine ringsum eingeschlossene Flüssigkeitsmasse ausgeübter Druck sich in ihr nach allen Seiten gleichmässig fortpflanzt. Damit allein vermochte er eben nicht aufzuklären, weshalb auch nicht völlig oder überhaupt nicht in Gefässe eingeschlossene Flüssigkeitsmassen, wie z. B. in Thon u. a. m. suspendirte, demselben Gesetze unterliegen. Thatsächlich werden sogar mehrere Meter lange offene Wasserkasten durch ein an der Stirnseite eindringendes Geschoss vollständig zerrissen, nicht anders als wenn eine Dynamitpatrone darin explodirt wäre.

Wie man sich übrigens das Ein- und Vordringen eines Geschosses in Flüssigkeiten trotz so energischen Widerstandes zu denken hat, mag zum Schluss noch kurz angedeutet werden. Könnte es einen Stoff von so widerspruchsvollen Eigenschaften geben, dass ein daraus gebildetes und ganz mit Wasser angefülltes Gefäss sich zwar an der unmittelbar getroffenen Stelle vom Geschoss zermalmen liesse, dem Druck des Wassers von innen her jedoch durchaus standhielte, so würde offenbar das Geschoss nicht in das Wasser eindringen können, sondern von ihm zurückgeschleudert werden. Da es keinen solchen Stoff giebt, so bahnt sich das irgendwie sonst eingeschlossene Wasser zunächst an der schwächsten Stelle des Gefässes — und diese ist die des Einschusses — einen Ausweg, drängt dessen Rand, ihn zugleich radial zerreisend, nach aussen, spritzt gewaltsam hinaus und schafft so dem Geschosse zu weiterem Vordringen Raum. Zugleich aber lockert sich das Gefüge des vor dem Geschosse befindlichen Wassers gründlicher als das des übrigen, weil nach dem Dopplerschen Princip die in der Bewegungsrichtung fortschreitenden Wellen viel kürzer sind, als die nach anderen Richtungen sich verbreitenden, und erleichtert auch auf diese Weise dem Geschosse sein Vordringen. Als Beweis für letzteres, obwohl es an sich schon mehr als wahrscheinlich ist, kann angeführt werden, dass die

unmittelbar getroffene Masse einer vom Geschoss durchschlagenen Glasscheibe in feinen Staub verwandelt wird.

Wenn ich noch erwähne, dass zur Zertrümmerung einer engen offenen Röhre durch ein modernes Geschoss keineswegs ihre Anfüllung mit Flüssigkeit nöthig ist, sondern dass auch die darin halb von der äusseren abgeschlossene Luft trotz ihrer so viel höheren Beweglichkeit und Elasticität dieselbe Rolle spielen kann, wie es die Versuche Schwienings mit leeren Markknochen zeigen, so geschieht es einerseits, um darauf hinzuweisen, dass auch dieses Verhalten nichts Ungewöhnliches mehr zeigt. Denn der plötzliche, allerdings noch weit schnellere und kräftigere Stoss der Explosion einer lose auf hartem Fels liegenden Dynamitpatrone prallt nicht wirkungslos an ihm ab, um sich der für gewöhnlich so weichen und beweglichen Luft mitzuthellen, sondern findet an dieser einen so mächtigen Widerstand, dass ihm Zeit genug bleibt, den Felsen durch oberflächliche Compression in zerstörende Schwingungen zu versetzen. Ferner sind brisante, d. h. in fast unmessbar kurzer Zeit chemisch zerfallende Explosivkörper aus demselben Grunde für Schusswaffen unbrauchbar; auch sie versetzen das verhältnissmässig (im Vergleich mit dem Geschoss) spröde Material des Laufes so schnell in selbstvernichtende Schwingungen, dass sich die Explosionskammer durch Zerreißen öffnet, bevor das scheinbar doch viel leichter fortzuschiebende Geschoss den Antrieb zur Massenbewegung empfangen konnte.

Andererseits möchte ich den Wunsch damit verbinden, dass diese physikalisch so überaus lehrreichen Explosionserscheinungen an sonst harmlosen Stoffen möglichst bald, allseitig und erschöpfend, nicht mehr wie bis jetzt vorwiegend aus medicinischem Interesse, sondern von Physikern zur Förderung ihrer Wissenschaft studirt werden möchten. Sicher würde noch manches Ueberraschende zu Tage gefördert werden.

J. WEBER. [10214]

* * *

Der gemeine Thunfisch (*Thynnus vulgaris Cuv.*) und verwandte Fische als seltene Gäste der Ostsee. Während unter den Makrelfischen die gemeine Makrele (*Scomber scomber L.*) als eine echte Bewohnerin auch unserer deutschen Meere zu bezeichnen ist, die als schneidiger Schwimmer, manchmal zu grossen Scharen vereinigt, den Zügen der Heringe und Sprotten an die Küsten heran und in die tiefeinschneidenden Buchten hinein folgt, in der Ostsee bis an die preussischen, russischen und finnischen Küsten, wenn auch dort nur als seltener Gast, ostwärts streift, scheint die etwas kleinere, in der Lebensweise ihr ähnliche Art, der gemeine Stöcker (*Carax trachurus L.*), der im ganzen europäischen Gebiet des Atlantischen Oceans verbreitet ist, in der Ostsee auf den westlichen Theil beschränkt zu sein, da er nur bis an die mecklenburgische Küste bemerkt worden ist. An den schleswig-holsteinischen Küsten werden mit den Heringswaden und Sprottnetzen immer einzelne Thiere dieser Art mit erbeutet; zuweilen sind auch schon grosse Scharen dort ins Netz gerathen. Eine Aufzeichnung weist für die Eckernförder Bucht einen Fang von 400 Wall in der Nacht vom 2. zum 3. November 1872 nach, dem ein ähnlicher Fang ein paar Tage später folgte.

Der Riese unter den Makrelen, der grosse Thunfisch, dem nicht mit Unrecht die Würde eines Königs der Fische beigelegt wird, der seine eigentliche Heimstätte im Mittelmeere besitzt, aber auch im offenen Atlantischen Ocean, wenn es ihm so gefällt, weit ausgedehnte Streifereien und Raubzüge vornimmt, an der Küste Norwegens ge-

legentlich bis Drontheim hinaufsteuert, in den Belten und dem Oeresund als ein nicht gerade allzu seltener Sommergast bekannt ist, verirrt sich in die Ostsee höchst selten hinein. In ihrem Werke *Die Fische der Ostsee* berichten Möbius und Heincke nach Schonefelde, dass im November 1605 ein Thunfisch von $8\frac{1}{2}$ Fuss Länge in der Eckernförder Bucht gefangen und nach dem Schlosse Gottorf bei Schleswig gesandt worden ist. In derselben Förde erbeutete man auch im Jahre 1835 diesen seltenen und geschätzten Gast. Das zoologische Museum in Kiel enthält in seiner Sammlung Präparate von einem Thunfisch, der am 15. August 1884 bei Sonderburg (Alsen) gefangen wurde. Holland führt in seinem Werke *Die Wirbelthiere Pommerns* (1871) den Fang zweier Thunfische an: 1814 bei Cöslin, 1869 bei Stralsund. Ein Vorkommen weiter östlich scheint bisher nicht bekannt geworden zu sein. Aus neuerer Zeit ist das Auffinden eines gestrandeten Thunfisches an der mecklenburgischen Küste bei Warnemünde hervorzuheben. Wie Professor Fr. E. Schulze in der Sitzung am 8. December 1903 in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin mittheilte, wurde ihm bei seinem Aufenthalte in Warnemünde im August 1903 die Benachrichtigung, dass am Strande, dort, wo der Wald von Markgrafenhöhe beginnt, ein grosser Fisch liege, den die ansässigen Fischer für einen Lachs gehalten hätten. Bei der alsbald vorgenommenen Besichtigung zeigte es sich, dass das Thier bereits verletzt war. Der Kopf war zerstört und der Schwanz mit einem scharfen Instrumente abgetrennt. Der Rumpf war noch 2 m lang, 50 cm hoch und 40 cm dick. Die makrelenartige Gesammtform nicht nur, sondern besonders die Zahl, Form und Stellung der Flossen und der eigenthümliche Verlauf der Seitenlinie belehrten den Kundigen sofort, dass es sich um einen allerdings recht grossen Thunfisch handelte, dessen Gesammtlänge vor der Beschädigung auf $8\frac{3}{4}$ Fuss festgestellt worden war. Eine Anzahl Präparate, die aus diesem Thiere gewonnen waren, gaben Veranlassung zu weiteren Erörterungen, die im Jahrgange 1903 der Sitzungsberichte der genannten Vereinigung gleich den zuletzt angeführten Angaben veröffentlicht sind.

Ein nicht minder seltener Gast ist der dem Thunfisch nahe verwandte Bonite (*Pelamys sarda Cuv.*), der von Möbius und Heincke unter den Fischen der Ostsee noch nicht aufgeführt und in Marshalls Werk *Die deutschen Meere und ihre Bewohner* auch nur für die Nordsee genannt wird. Ein Bonite wurde am 16. September 1902 in der Apenrader Bucht auf Makrelnetzen gefangen. Er maass 65 cm und hatte ein Gewicht von etwa 3 kg. Ein Fisch gleicher Art, der im September 1903 in der Augustenburger Förde ins Netz gerathen war, bildete den Gegenstand einer Mittheilung, die Oberfischmeister Hinkelmann in Kiel in der *Nerthus* (V. Jahrg., S. 679) veröffentlichte. Das zweite Exemplar hatte eine Länge von etwa 50 cm. Der Fisch befand sich bereits in einer Räuchererei auf Alsen, wo er schon der Länge nach gespalten war, um nach Art der Makrelen und Fleckheringe geräuchert zu werden.

Zum Schluss dürfte hier noch der Schwertfisch (*Xiphias gladius L.*) anzureihen sein, der in den wärmeren Theilen des nordatlantischen Oceans lebt, auch besonders im Mittelmeere häufig ist, sich aber in die Ostsee immer nur vereinzelt verirrt, wenn er hier auch seine Streifereien gar bis an die preussischen und russischen Küsten hin ausdehnt. Ueber Strandungen und Fänge dieses gewandten und nicht ungefährlichen Raubfisches finden sich im genannten Werke von Möbius und

Heincke mehrere Angaben. Bei Heiligenhafen bargen Fischer am 19. October 1873 einen 11 Fuss langen Schwertfisch, während ein anderes Exemplar am 29. October 1877 in der Howachter Bucht gefangen wurde. Am 1. October 1882 wurde ein Exemplar von 2,43 m Länge im Wenningbund bei Alsen in einem Makrelnetze erbeutet. Dieses Thier hatte nicht weniger als 60 Heringe im Magen. Auch aus neuester Zeit ist ein solcher Fang zu registriren. Ende October 1904 fand der Leuchtfeuerwärter Lüthmann einen gestrandeten Schwertfisch an der Küste der Insel Fehmarn, am Strande bei Staberhuk. Die Grösse betrug 2,30 m, die Länge des Schwertes 77 cm und das Gewicht des Fisches etwa 40—50 kg.

F. LORENTZEN. [10013]

Die Härte verschiedener Holzarten. Die bisher in der Praxis geübte Unterscheidung der Hölzer nach ihren verschiedenen Härtegraden ist wenig genau und übereinstimmend, da sie nicht auf zahlenmässigen Feststellungen beruht. In der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* veröffentlicht nun M. Büsgen eine von ihm aufgestellte Härtescala für Holz mit genauen Zahlenangaben. Büsgen untersuchte über 200 Holzarten aus der Sammlung lufttrockener Hölzer der Forstakademie in Hannoversch-Münden mit Hilfe eines Apparates, der im wesentlichen darauf beruht, dass eine Stahlnadel durch Gewichte in das Holz eingetrieben wird. Je weicher das betreffende Holz ist, desto geringere Gewichte genügen, um das Eindringen der Nadel in das Holz zu bewirken. Da aber das Holz wenig homogen, also in allen seinen Theilen nicht gleich hart ist, wurde jede Holzart einer Reihe von Versuchen unterworfen und der Durchschnittswerth der verschiedenen Gewichtszahlen zur Aufstellung der Härtescala benutzt. Diese Scala unterscheidet acht Härtestufen. Als „sehr weich“ (Härte I) werden solche Hölzer bezeichnet, für welche nach den Versuchen die Härtezah 1 bis 10 ermittelt wurde, wie die Silberweide (Härtezah 4), die Weymuthskiefer (6,5), die Fichte (6,5), die Schwarzpappel (8) und die Sommerlinde (9,5). „Weiche“ Hölzer (Härte II) sind u. a. die Kiefer (11), die Erle (15), die Feldulme (16,5), die Birke (17) und die meist für sehr hart gehaltene Eiche (20). Härte III, „etwas hart“, besitzen der Birnbaum (22,5) und die Esche (30), „ziemlich hart“ (Härte IV) sind der Bergahorn (35), die Rothbuche (35), der Pflaumenbaum (38,5) und die Akazie (40). Als „hart“ (Härte V) werden bezeichnet die Wallnuss (45) und die Weissbuche (50). „Sehr hart“ (Härte VI) ist der Hartriegel (*Comus*), der die Härtezah 55 aufweist. Die nächsthöhere Härte VII, „beinhart“, besitzt keine der bekannten Holzarten, dagegen kommt einer Reihe ausländischer Hölzer die Bezeichnung „steinhart“ (Härte VIII) zu; so dem Buchsbaum (80), dem Eisenholz (85), dem Pockholz (90), dem Quebrachholz (110) und dem härtesten der bekannten Hölzer, dem afrikanischen Grenadillaholz (140).

O. B. [10168]

Die „Markflecken“ im Holze. Als sogenannte „Markflecken“ bezeichnet man eigenthümliche Zellengruppen in den Jahresringen mehrerer Holzgewächse. Nach den Untersuchungen von Kienitz rühren diese Markflecken von einer Fliegenlarve her, von *Ratzeburg Tipula suspecta* genannt. Diese Larven leben im Cambium des untersten Theiles der Stämme und Wurzeln verschiedener Holzgewächse; sie fressen in der cambialen

Zone einen bandförmigen Gang, welcher längs des Baumes hinabführt, bis sie sich durch die Rinde herausbohren. Wo der Larvengang verläuft, wird das Cambium getödtet. Später entsteht ein neues Cambium, welches den Gang bedeckt, und dieser selbst wird mit Zellen gefüllt, welche aus den Markstrahlen herauswachsen. Der Gang wird also nach und nach im Holze eingeschlossen und tritt dann auf Querschnitten des Stammes in Form der bekannten Markflecken hervor. Die Larve ist sehr wenig bekannt, und die Puppe sowohl wie das geschlechtsreife Insect (*Agromyza carbonaria* Zett.) waren wegen der Schwierigkeit der Züchtung bisher gänzlich unbekannt, werden aber neuerdings von J. C. Nielsen in Kopenhagen beschrieben. Nach ihm ist die jüngste der untersuchten Larven $3\frac{1}{2}$ mm lang, an Farbe weiss. Der Leib ist drahtförmig, aus zwölf Segmenten zusammengesetzt, ohne Beine oder Gangknoten und in den Leibspitzen zugespitzt. Der Mund ist mit einem sichelförmigen Mundhaken versehen; nach einer zweiten Häutung treten aber zwei Mundhaken auf, von denen der rechte zweifach grösser ist als der linke; jener ist zur Seite gekrümmt und nimmt diesen in seine Krümmung auf. Ist die Larve herangewachsen, so bohrt sie ein linienförmiges Loch durch die Rinde, zieht sich einige Centimeter in den Gang zurück und nimmt zum dritten Mal eine andere Gestalt an; ihre Länge beträgt jetzt $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$, selten 2 cm. Hat die Larve einige Zeit in dem Gange geruht, so bricht sie aus dem Loche hervor, fällt zu Boden und verpuppt sich einige Centimeter unter der Erdoberfläche. Bei den Häutungen bleibt der Larvenbalg in seiner vollen Länge in den Gängen liegen. Die Tönnchenpuppe ist 3—4 mm lang, schwach gekrümmt und hellgelb; sie überwintert, und anfangs Mai kommt die Fliege hervor.

(Zoologischer Anzeiger.) tz. [10034]

Moderne Ankerketten. Die enorme Grösse der beiden im Bau begriffenen Turbinendämpfer der englischen Cunardlinie macht es begreiflich, dass auch ihre einzelnen Ausrüstungsstücke sich zu bisher unerhörten Dimensionen auswachsen. So sind beispielsweise die für die genannten Dämpfer bestimmten Ankerketten nach dem *Bulletin de la Société des Ingenieurs Civils* aus Rundeseisen von nicht weniger als 95 mm Durchmesser angefertigt. Jedes Kettenglied von 0,565 m Länge wiegt mit der Stütze 72,5 kg. Bei den Festigkeitsproben, denen die Ketten unterworfen wurden, zeigten die Kettenglieder bei einer Belastung von 190 Tonnen eine Verlängerung von nur 4,2 mm, bei 265,7 Tonnen nur 19 mm. Ein Bruch der aus besonderem Specialeisen hergestellten Kette trat selbst bei einer Belastung von 45,78 kg pro Quadratmillimeter Querschnitt nicht ein. Fabrikanten der Ketten sind Brown, Lenox & Cie. in Pontybrid, die auch seiner Zeit die Ankerketten für den *Great Eastern* aus 73 mm starkem Eisen herstellten.

O. B. [10169]

BÜCHERSCHAU. Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

Lexikon der Elektrizität und Elektrotechnik. Unter Mitwirkung von Fachgenossen, herausgegeben von Fritz Hoppe. In 20 Lieferungen. Lieferung 11—20 (Schluss). Gr. 8°. (S. 481—960, I—VII). Wien, A. Hartleben's Verlag. Preis p. Lieferung 0,50 M. Vollständig geh. 10 M., geb. 12,50 M.