

motorische Kräfte erzeugt werden. Ich möchte anfragen, ob er auch eine Umkehrung dieser Schlußweise für zulässig hält, derart, daß etwa Nervenreize Konzentrationsketten ins Leben rufen, die in großer Zahl und in Serie höhere Potentialdifferenzen hervorrufen können. Das würde zur Erklärung der elektrischen Fische, wie Zitterrochen, Zitteraale, wertvoll sein.

Professor Nernst-Berlin: Ich habe dieser Auffassung in meiner Arbeit Ausdruck gegeben. Meine Betrachtungen enthalten zugleich die Theorie der Stromerzeugung; also ist die Theorie der elektrischen Fische implizite auch darin. Doch ist die Theorie nach dieser Seite noch nicht ausgebaut.

Dr. Sackur-Breslau: Ich möchte mir kurz erlauben, eine weitere qualitative Bestätigung der Theorie von Nernst mitzuteilen. Herr Dr. Kramer-Breslau hat gemeinsam mit mir einige Versuche über die Wirkung eines rasch intermittierenden Gleichstromes auf die Nervenreizung ausgeführt. Der Ausgangspunkt dieser Versuche war eine Beobachtung von Professor Mann, daß ein sehr rasch intermittierender Gleichstrom gerade so wirkt, wie ein gar nicht unterbrochener Gleichstrom. Dieses Resultat erschien uns zunächst auffallend, wurde aber unter gewissen Bedingungen bestätigt. Wir haben die Versuche ausgedehnt, und es ergab sich, daß alle Erscheinungen sich sehr gut mit der Theorie von Nernst erklären lassen. Die Wirkung des intermittierenden Gleichstromes ist verschieden, je nach der Konstruktion des Unterbrechers, und zwar ist sie davon abhängig, in welchem Verhältnis die Dauer des jedesmaligen Stromschlusses zur Dauer der Unterbrechung steht.

Professor Henri-Paris: Ich möchte nur auf einen Faktor noch aufmerksam machen, der, wie ich glaube, bei etwas längerer Reizung des Nerven in Betracht zu ziehen ist, und auch bei

der Erklärung der Erscheinungen bei den elektrischen Fischen, also an elektrischen Organen usw., in Betracht gezogen werden muß. Im Innern der organischen Flüssigkeiten, im Innern des Nerven sind immer Kolloide vorhanden; und während des Durchganges des Stromes findet eine Bewegung dieser Kolloide im Innern dieser Organe statt. Nun findet man, daß man künstlich an den Membranen ganz bedeutende Polarisationen hervorbringen kann, wenn man auf einer Seite der Membran der Flüssigkeit ein Kolloid hinzufügt und nun den Strom hindurchleitet; dann wird das Kolloid an der Membran haften, und die elektrischen Eigenschaften der Membran werden dadurch verändert. Diese Veränderung ist mehr oder weniger dauerhaft, und sie muß für eine ganze Reihe physiologischer Vorgänge in Betracht gezogen werden.

Professor von Kowalski-Freiburg (Schweiz): Ich sehe die sehr große Bedeutung des Vortrages von Nernst darin, daß er den Weg gezeigt hat, auf dem man weitere Versuche durchführen kann. Speziell hat er darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig die Form der Stromkurve ist. Die Stromkurve verändert sich bekanntlich infolge der Selbstinduktion und der Kapazität. Ich glaube, da die Kapazität für das Objekt eine große Rolle spielen kann, so müßte man jedesmal genau die Stromkurve auf experimentellem Wege bestimmen. Die Vorausberechnung würde wohl kaum genügen. Ich glaube, daß jetzt endlich einmal die Versuche so geführt werden, daß sie Daten geben, welche verwertet werden können; denn, wie gesagt, so wie sie bis jetzt gemacht worden sind, wo Kondensatorentladungen gemacht wurden, wo nichts von Stromkurven gesagt worden ist, wo durch die Stromkurven die Kapazität so sehr verändert wird, waren sie nutzlos. Ich glaube, daß das endlich ein Ende nimmt. Das ist die sehr große Bedeutung, die ich der Theorie von Nernst zuschreibe.

Herr Dr. Bruno Weiß-Treibach: ÜBER PYROPHORE LEGIERUNGEN.

Nach älteren Beobachtungen geben die Metalle der Ceritgruppe, besonders Cer und Lanthan, beim Ritzen mit einem Eisendrahte an der Luft selbstentzündliche Späne, die mit lebhafter Lichtentwicklung verbrennen.

Durch die eingehenden Untersuchungen, die Dr. Carl Freiherr Auer von Welsbach angestellt hat, finden diese Angaben jedoch keine Bestätigung.

Im Jahre 1903 entschloß sich Auer von Welsbach, die Edelerden im großen zu ge-

winnen, und bei dieser Gelegenheit wiederholte er auch nach der von Bunsen angegebenen Methode die Herstellung der Ceritmetalle mit den Cerit-Alkalichloriden.

Durch zweckmäßige Anordnung der Versuchsbedingungen erhielt Auer von Welsbach an dem als negative Polelektrode dienenden Eisendrahte ein Metallklümpchen, das aus verschiedenen zusammengesetzten Schichten bestand. An die äußerste, nicht zündige Schicht reihte sich eine, die schwache Funken beim Ritzen

gab. Die Funkenbildung wurde um so stärker, je näher das Metall dem Eisenkern lag; in den unmittelbar am Eisen haftenden Teilen nahm die Zündigkeit wieder merklich ab.

Dieser merkwürdigen Beobachtung ging nun Auer von Welsbach nach und stellte zunächst fest, daß das an der Kathode gebildete Metall nur außen eisenfrei war, gegen die Mitte der Gehalt an Eisen mehr und mehr zunahm.

Zum Vergleiche erfolgte dann die Darstellung von eisenfreien Ceritmetallen auf elektrolytischem Wege mittels Kohleelektroden.

Da nun die so erhaltenen Metalle nicht zündig waren, so lag der Schluß nahe, daß nur die Beimengung von Eisen die Ursache für die merkwürdige Eigenschaft des Funkengebens gewesen sein kann.

Legierungen der Ceritmetalle mit verschiedenen hohem Eisengehalte bestätigten vollends diese Annahme.

Schon bei einem kleinen Gehalte an Eisen werden die Erdmetalle funkengebend oder „pyrophorisch“. Mit steigendem Eisengehalte wird die Funkenbildung immer intensiver, sie geht allmählich in Sprühen über und erreicht bei ungefähr 30 % Eisen das Maximum der pyrophoren Kraft, wobei die Empfindlichkeit so groß wird, daß schon eine leise Berührung mit dem Reibstahle genügt, um eine intensive Lichtentwicklung zu erzielen. Wird eine solche Legierung stärker beansprucht, so können überaus glänzende und mächtige Feuergarben erzeugt werden. Bei weiterer Erhöhung des Eisengehaltes nimmt die Zündigkeit wieder ab, sie läßt sich aber noch ganz deutlich bei einem Gehalt von 75 % Eisen erkennen. Es hat den Anschein, als ob die Erdmetalle sich in jedem Verhältnis mit Eisen legieren lassen.

Diese Legierungen, namentlich jene mit höherem Eisengehalte, unterscheiden sich ganz auffällig von den reinen Erdmetallen.

Während die reinen Erdmetalle sich rasch an der Luft oxydieren und ziemlich weich sind, sind die pyrophoren Legierungen nahezu luftbeständig, hart und zumeist sehr spröde; sie lassen sich daher leicht mit einer Feile bearbeiten, ohne diese zu verschmieren. Ihr Schmelzpunkt liegt nahe dem des Gußeisens.

Die pyrophoren Legierungen erinnern demnach in keiner Weise an das charakteristische Verhalten der reinen Erdmetalle.

In den pyrophoren Legierungen kann Eisen teilweise durch andere, dem Eisen nahestehende Metalle, wie Nickel, Kobalt oder Mangan, für sich oder kombiniert ersetzt werden; bei völligem Ersetzen des Eisens durch die genannten Metalle verringert sich die Pyrophorität der Legierung ganz merklich.

Erwähnenswert wäre auch, daß ein nicht unbeträchtlicher Gehalt an anderen Elementen,

wie z. B. Silicium, merkwürdigerweise nicht erheblich störend auf die Zündigkeit wirkt.

Auer von Welsbach fand weiter, daß die schon beim Reiben der pyrophoren Legierungen losgerissenen, überaus kleinen Partikelchen, deren Verbrennung bei Gegenwart von Luft sehr rasch erfolgt, brennbare Gase sowie auch viele andere leicht entzündliche Körper sicher und fast plötzlich zu entflammen vermögen.

Wie leicht sich z. B. Leuchtgas, Alkohol, Benzin oder eine Lunte durch Funken aus den pyrophoren Legierungen entzünden lassen, sei mir gestattet zu zeigen.

Die Herstellung solcher Legierungen gelingt ohne Schwierigkeit, wenn dem elektrolytisch abgeschiedenen Metall im schmelzflüssigen Zustand Eisen oder ein das Eisen ersetzendes Metall in fein verteilter Form unter Stromschluß zugesetzt wird. Unter diesen Bedingungen löst sich das zum Legieren verwendete Metall in dem Erdmetall leicht auf, und es besteht kein Hindernis, die gebildete Legierung bei Luftabschluß in Formen zu gießen.

Bisher habe ich von den Legierungen der seltenen Erdmetalle im allgemeinen gesprochen, weil sie sich im großen und ganzen sehr ähnlich verhalten. Doch soll nicht unerwähnt bleiben, daß auch gewisse Unterschiede bestehen.

Während die Cer-Eisenlegierungen von allen Legierungen am leichtesten zündende Funken geben, eignen sich die Lanthanlegierungen am besten zur intensiven Lichtentwicklung.

Gemenge der Ceriterden, mit Eisen legiert, dürften, was die Zündigkeit und Leuchtkraft ihrer Funken anlangt, die Mitte zwischen den beiden erwähnten Legierungen halten.

Nach dem bisher Gesagten liegt es überaus nahe, die Funken- und Flammenbildung der pyrophoren Legierungen auf technischem Gebiete zu verwenden; deshalb möchte ich mir zum Schlusse erlauben, auf einige von den vielen Anwendungen aufmerksam zu machen und bereits im Gebrauche stehende Konstruktionen vorzuführen.

Bei der Leichtentzündlichkeit des Leuchtgases durch Funken pyrophorer Legierungen läßt sich ein selbstzündender Gasbrenner in der Weise herstellen, daß mit dem Abschlußhahn eines gewöhnlichen Gasglühlichtbrenners eine geeignete kleine Vorrichtung verbunden wird, die beim Öffnen des Gashahnes in Tätigkeit tritt und an einem passend befestigten Stückchen Legierung Funken erzeugt, die dann die Entzündung des ausströmenden Gases bewirken.

Auch können Lampen, deren Docht mit leicht flüchtigen Substanzen gespeist wird, ohne große Schwierigkeiten konstruiert werden, deren Entzündung mittels der Legierung erfolgt.

Das Modell einer schon im Gebrauche stehenden Grubenlampe sei hier vorgeführt, bei der der Vorteil der automatischen Zündung von großer Bedeutung ist, weil das Öffnen der Lampe dadurch überflüssig gemacht wird und die Gefahr der Entzündung von explosiven Gasen vermieden ist.

Ferner würden Feuergarben pyrophorer Legierungen auf Leuchttürmen und zu sonstigen Signalzwecken gute Verwendung finden, weil eine einfache Vorrichtung genügen würde, um Lichterscheinungen in beliebiger Stärke und im

beliebigen Momente — auch aus der Entfernung — hervorzurufen.

Die Sicherheit, mit welcher auch Luntten zu zünden sind, bedingt gewiß eine Anzahl technischer Verwendungen

Es würde den Rahmen dieses Vortrages überschreiten, wollte ich auf alle Verwendungen der pyrophoren Legierungen eingehen, doch glaube ich, mit den bisherigen Ausführungen den Wert der pyrophoren Legierungen genügend gekennzeichnet zu haben.

Diskussion.

Dr. Brill-London: Ich möchte fragen, wie es sich mit der Abnutzung dieser Metallegierungen verhält. Man könnte nach allen den Anwendungen, die uns gezeigt worden sind, daran denken, daß diese neue, schöne Erfindung des Herrn Dr. Auer von Welsbach auch für die Frage der Zündung von Motoren von Bedeutung sein müßte. Aber die Erfahrung zeigt, daß die Stücke, die bisher im Handel zu bekommen waren, sich außerordentlich rasch schon mit wenigen Feilstrichen abnützen. Da würde wohl eine Verwendung zur Zündung von Motoren nicht möglich sein?

Dr. Weiß-Treibach: Die Abnutzung erfolgt nach der Härte der Legierung. Man kann z. B. die Härte so erhöhen, daß Stahl kaum angreift.

Dr. Brill-London: Ich dachte nur, daß man mit Cer-Eisenlegierungen nicht so weit kommt, eine solche Zündung technisch möglich zu machen. Mr. Egerton hat früher Versuche mit Uranlegierungen gemacht, die auch diese Erscheinungen sehr schön zeigen, und die den großen Vorteil haben, daß sie sehr hart sind. Diese letzteren Legierungen bewähren sich sehr gut zur Zündung (cf. Engl. Patentanmeldung vom 26. März 1908).

Professor Löb-Berlin: Wie verhalten sich die Legierungen gegen Wasser? Werden sie durch Wasser angegriffen?

Dr. Weiß-Treibach: Die Legierungen sind gegen Wasser, wenn sie darin liegen, nicht ganz widerstandsfähig.

Dr. Wächter-Wien: Ich möchte mir die Bemerkung erlauben, daß nach meinen Erfahrungen reines Cer auch Funken gibt. Ich habe es wenigstens als rein bekommen. Dann will ich auf die zweite Frage: ob diese Legierungen für Motore verwendbar sind, folgendes erwidern. Ich habe einen großen Teil dieser jetzt im Handel befindlichen Feuerzeuge konstruiert und habe sie auch bei Motoren versucht. Sie würden ganz gut zünden, aber sobald Oel, Schmutz usw.

darankommen, ist die Zündung sehr minimal. Bei den Motoren kann man aber das Verschmutzen nicht verhindern, daher ist die Verschmutzung ein praktisches Hindernis der Verwendung für Gas- und Benzinmotore.

Dr. Weiß-Treibach: Ich möchte darauf entgegen, daß die jetzt erhältliche Legierung als technisch reines Cer in den Handel kommt, infolgedessen nicht den Anspruch auf chemische Reinheit im engeren Sinne macht.

Vorsitzender: Es wäre für den Automobilismus sehr erfreulich, wenn es doch gelingen würde. Das Schmerzenskind ist ja hier immer noch die Zündung.

Dr. Goldschmidt-Essen: Gerade daran wollte ich anknüpfen. Es scheint mir vorläufig ausgeschlossen zu sein, daß diese Art der Zündung für den Automobilismus anwendbar ist. Es dürfte etwas zu teuer kommen. Eine Antwort des Herrn Vortragenden würde mir erwünscht sein.

Dr. Weiß-Treibach: Da ich die Kostspieligkeit der heutigen Zündung nicht kenne, bin ich nicht in der Lage, zu antworten.

Dr. Goldschmidt-Essen: Ich meine die Abnutzung des Funkenmetalles spielt eine große Rolle bei den Millionen von Zündungen, die notwendig sind.

Dr. Weiß-Treibach: Die Abnutzung ist nicht so stark, wie es scheint.

Dr. Goldschmidt-Essen: Sind darüber keine Experimente gemacht, wieviel Gramm bei so und soviel tausend Zündungen gebraucht werden?

Dr. Weiß-Treibach: Mir ist nur bekannt, daß die deutsche Firma, welche die Grubenlampen in den Handel bringt, mit einem kleinen Stückchen Legierung, das meines Wissens nicht ganz 1 g wiegt, mehrere tausend Zündungen gemacht hat.

Dr. Goldschmidt-Essen: Das wäre für den Benzinmotor allerdings außerordentlich wenig.