12. *Ueber anomales Verhalten von Flüssigkeitswiderständen gegen Wechselströme;* *von Rud. Lohnstein.*

In einer vor kurzem erschienenen Arbeit¹⁾ hat Hr. F. Kohlrausch die Bedingungen genauer erörtert, unter denen die von ihm eingeführte Methode der Widerstandsbestimmung von Electrolyten mittels *Wechselströmen* und *Hörtelephon* zu fehlerfreien Resultaten führt. Bei dieser Gelegenheit führt Hr. Kohlrausch Arbeiten an, in denen Bedenken gegen jene Methode geäußert worden sind, darunter auch eine von mir herrührende. Um Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, dass es mir fern gelegen hat, die Methode in der Form, in welcher sie speciell Hr. Kohlrausch für seine Untersuchungen benutzt, irgendwie in Zweifel ziehen zu wollen; nur *darauf* wollte ich hinweisen, dass man von ihr nicht bei electrolytischen Zellen jeder Art, mit beliebigen Electroden und z. B. von sehr geringem Widerstand, vollständig einwandfreie Resultate erwarten könne; und dass hierbei nach Ausschliessung aller übrigen störenden Wirkungen Vorgänge in der Zelle selbst auftreten können, die das Tonminimum mehr oder weniger undeutlich machen und eine hinreichend genaue und sichere Widerstandsbestimmung vereiteln.

Ich benutze diese Gelegenheit, um auf eine Erscheinung aufmerksam zu machen, in der ein solches anomales Verhalten von gewissen Electrolytzellen gegenüber den Wechselströmen eines Inductionsapparates sozusagen plastisch vor Augen tritt. Die betreffenden Beobachtungen beziehen sich wieder auf Zellen mit Zinksulfatlösung und amalgamirten wie nicht amalgamirten Zinkelectroden. Ich brachte dieselben Flüssigkeitswiderstände, die ich auf ihr Verhalten gegenüber den durch Magnetschwingungen inducirten schwachen Strömen untersuchte, in

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. **49**. p. 225. 1893.

den secundären Kreis eines gewöhnlichen Inductionsapparates und schaltete gleichzeitig in denselben das benutzte Schwingungsgalvanometer ein; dasselbe zeigte unerwarteter Weise in vielen Fällen eine verhältnissmässig sehr starke Ablenkung nach einer Seite, die einer Stromintensität von etwa 0,001 Amp. entsprach, während die mittlere Stromstärke im primären Stromkreise durchschnittlich 0,04 Amp. betrug. Wir haben hier also die eigenthümliche Erscheinung, dass im secundären Kreis eines Inductionsapparates durch das Einschalten einer electrolytischen Zelle Electricitätsmengen in einer bestimmten Richtung in Bewegung gesetzt werden, während die Zelle an sich nicht der Sitz einer bestimmten electromotorischen Kraft ist. Dies Verhalten weist also auch auf einen „*scheinbaren Uebergangswiderstand*“ hin, dessen Grösse von der Spannung der Inductionsströme im secundären Kreis abhängig ist. Im übrigen ergaben sich bei jenen Versuchen, die ich leider jetzt nicht in der Lage bin fortzusetzen, folgende Resultate.

1. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist die im secundären Kreis beobachtete einseitige Galvanometerablenkung der mittleren Stromstärke im primären Stromkreis annähernd proportional.

2. Bei constanter mittlerer Stromstärke im primären Kreis ändert sich der Grad der Ablenkung mit der Wechselzahl des Inductoriums; bei meinen Versuchen betrug die Zahl der Unterbrechungen (geschätzt aus der Höhe des erzeugten Tones) etwa 250 bis 400; der Ausschlag nahm zuerst mit steigender Wechselzahl bis Null ab; bei weiterer Zunahme ging der Ausschlag in den entgegengesetzten über; die Umkehr lag bei etwa 340 Schwingungen.

3. Alle Mittel, welche den anomalen Dämpfungswiderstand (vgl. meine frühere Arbeit, Wied. Ann. Bd. 47, p. 299) vermindern, resp. beseitigen, wirken in gleicher Weise auf die hier beschriebene anomale Galvanometerablenkung. Hierzu gehört ausser den l. c. angegebenen Mitteln (Herstellung von aufgelockerten Electroden durch Electrolyse, *frisches* Amalgamiren), wie spätere Versuche zeigten, auch Temperaturerhöhung.

4. Wie zu erwarten, wechselte der Galvanometerausschlag im secundären Kreis *cet. par.* sein Zeichen gleichzeitig mit Commutation des primären Stromes.

Die unter 2. mitgetheilte, die unter Umständen eintretende Umkehr der Ablenkung betreffende Beobachtung zeigt, dass je nach der Stellung der Contactfeder des Inductoriums der Oeffnungs- oder Schliessungsinductionsstrom überwiegt, d. h. den scheinbaren Widerstand der Zelle kleiner macht. Vielleicht tritt in solchen Fällen überhaupt keine vollständige Unterbrechung des primären Stromes ein, sondern es findet an den Contactstellen durch glühende, übergeführte Metalltheilchen dauernde Leitung statt mit nur veränderlicher Intensität; dann wäre das Ueberwiegen des inducirten Stromes bald in der einen, bald in der anderen Richtung jedenfalls am leichtesten erklärlich.

Bemerkenswerth ist, dass die Erscheinung mit aller Deutlichkeit sich nur in der Combination: ZnSO_4 -Lösung und Zn-Electroden zeigte, bei Cu-Electroden und CuSO_4 -Lösung war sie zwar auch zu constatiren, aber bei weitem nicht in so ausgesprochenem Maasse. In anderen Fällen habe ich sie nicht beobachtet.

Zum Schlusse bemerke ich, dass ähnliche Beobachtungen, wie die hier mitgetheilten, schon von anderen Beobachtern mitgetheilt sind, und zwar gelegentlich electromedicinischer Untersuchungen. (Die betreffenden Arbeiten wurden mir erst später bekannt.) Gärtner ¹⁾ beobachtete bei Einzelinductionsschlägen, die er durch den menschlichen Körper schickte, ein starkes Ueberwiegen des Oeffnungsinductionsstromes gegenüber dem Schliessungsinductionsstrom, am Galvanometer demgemäss einen bleibenden Ausschlag, wenn der Unterbrecher andauernd in Thätigkeit war. In einer unter Leitung des Dr. Dubois in Bern angefertigten medicinischen Dissertation bestätigte Stauffer ²⁾ die Angaben Gärtner's und fügte die weitere Beobachtung hinzu, dass das Einschalten des menschlichen Körpers nicht wesentlich sei, sondern dass auch schon beim alleinigen Einschalten von flüssigen Widerständen in den secundären Kreis unter Umständen jene Erscheinung eintrete. Als Ursache

1) Gärtner, Ueber d. el. Widerst. d. menschl. Körpers gegenüber Inductionsströmen. Wien. Med. Jahrbücher 1889.

2) Stauffer, Étude sur la quantité des courants d'induction employés en électrothérapie. Diss. inaug. Bern 1890.

sieht der letztgenannte Autor einen von der mehr oder weniger guten Benetzung herrührenden und bei verschiedenen Spannungen veränderlichen „Uebergangswiderstand“ an. Diese Ansicht ist wohl kaum aufrecht zu erhalten; vielmehr werden die Bedingungen für das Eintreten jener Erscheinung wesentlich physikalisch-chemischer Natur sein. Die bisherigen Beobachtungen scheinen mir aber noch nicht hinzureichen, um eine *bestimmte* Ansicht in dieser Beziehung aufstellen zu können.