

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Gesammelte Werke

Schriften vermischten Inhalts

Hertz, Heinrich

Vaduz/Liechtenstein, 1987

14. Über das Verhalten des Benzins als Isolator und als Rückstandsbildner

[urn:nbn:de:bsz:31-269592](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-269592)

14. Über das Verhalten des Benzins als Isolator und als Rückstandsbildner.

Aus WIEDEMANN'S Annalen der Physik und Chemie. Bd. 20, S. 279—284, 1883.

Die Herren ROWLAND und NICHOLS¹⁾ haben gezeigt, daß in gewissen isolierenden Krystallen die dielektrische Polarisierung nicht von elektrischer Nachwirkung oder Rückstandsbildung begleitet ist; sie haben dieses Resultat gedeutet als günstig für diejenige Ansicht, nach welcher die Rückstandsbildung überhaupt nur eine notwendige Folge mangelhafter Homogenität der Isolatoren darstellt. Vor einigen Jahren hatte ich in dem Wunsche, Rückstandsbildung in einem sicher homogenen Leiter nachzuweisen, verschiedene Flüssigkeiten darauf hin geprüft. Die meisten derselben erwiesen sich als viel zu gut leitend für solche Versuche, das käufliche reine Benzin aber zeigte hinreichenden Widerstand und ließ gleichzeitig einen nicht unbeträchtlichen Rückstand bemerken. Bei näherer Untersuchung ergab sich dann das im Folgenden beschriebene eigentümliche Verhalten des Benzins, welches wohl in gleicher Weise wie das Verhalten der Krystalle ausgelegt werden kann. Ich hatte die numerischen Resultate meiner Versuche nicht aufbewahrt; Hr. E. HEINS hat nun die Freundlichkeit gehabt, diese Versuche zu wiederholen und mir die Benutzung seiner Resultate gütigst zu gestatten. Die numerischen Angaben des Folgenden sind den Versuchen Hrn. HEINS' entlehnt.

¹⁾ Siehe Phil. Mag. (Ser. 5.) Bd. 11, S. 414, 1881.

1. Die Methode ist einer von Hrn. W. GIESE¹⁾ benutzten nachgebildet. Das Benzin befand sich in einer Cuvette von Zink (*B* Fig. 34); in ihm und ganz von ihm umgeben hing an zwei Drähten eine Platte von Zinkblech von ca. 12 cm Länge und 8 cm Breite; diese Platte bildete die innere, die Cuvette selbst die äußere Belegung einer Leydener Flasche, deren

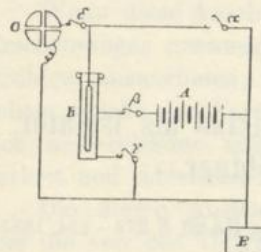


Fig. 34.

isolierendes Medium das Benzin war. Die innere Belegung war mit dem nicht abgeleiteten Quadranten eines Elektrometers verbunden und konnte durch den Unterbrecher α zur Erde abgeleitet werden; die äußere Belegung konnte entweder durch γ gleichfalls mit der Erde oder durch β mit dem Pol einer sehr konstanten Kette von 100 kleinen Daniells verbunden werden, deren anderer Pol durch Ableitung auf dem Potential Null gehalten wurde. Gesetzt, es seien die Leitungen bei α und β geschlossen, bei γ unterbrochen, so steht offenbar die Elektrometernadel in ihrer Ruhelage, und ein je nach dem Widerstande des Benzins mehr oder weniger starker Strom zirkuliert in der Leitung. Wird alsdann die Leitung bei α unterbrochen, so strebt die innere Belegung, sich auf das Potential der äußeren zu laden, und die Elektrometernadel macht daher einen Ausschlag nach derjenigen Richtung, nach welcher sie sich bewegen würde, wenn der nicht abgeleitete Quadrant direkt mit dem isolierten Pole der Batterie verbunden würde; diese Richtung soll die positive heißen. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Nadel ausweicht, giebt offenbar ein passendes Maß für den Widerstand des Benzins. Das Verhältnis der Kapazität des Elektrometers zu der des Benzinkondensators war gleich 4,5:1²⁾, das volle Potential der Batterie würde das Elektrometer um 5500 Skalenteile aus seiner Ruhelage entfernt haben; angenommen nun, man hätte eine Sekunde nach der Unterbrechung bei α die Elektrometerleitung bei δ

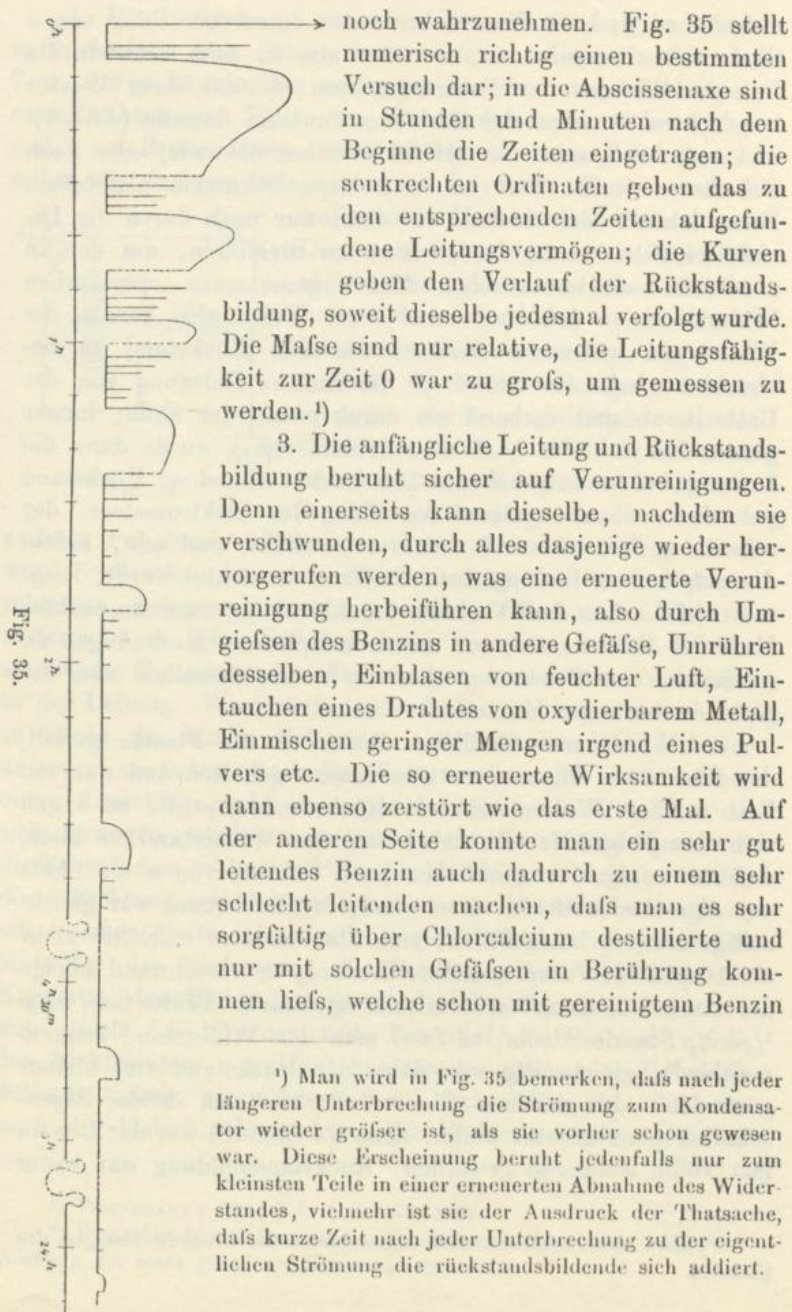
¹⁾ WIEDEMANN'S ABH. Bd. 9, S. 160, 1880.

²⁾ Die scheinbare Kapazität der Quadranten ist so groß infolge der Wirkung der stark geladenen Elektrometernadel.

aufgehoben und in dem Elektrometer einen Ausschlag von a Skalenteilen vorgefunden, so wäre also in einer Sekunde die Potentialdifferenz der Belegungen um $a/5500$ ihres Wertes herabgesunken, ohne das Elektrometer wäre dieselbe $(4,5+1)$ -mal so schnell, oder um $a/1000$ in einer Sekunde, oder auch auf ihren e^{1x} -ten Teil in $4\pi \cdot 1000/a$ Sekunden abgefallen. Diese letztere Zeit hätten wir dann nur noch durch die Dielektricitätskonstante des Benzins zu dividieren, um den in absolutem elektrostatischen Maße gemessenen spezifischen Widerstand zu erhalten. Auf diese Weise also konnte der Widerstand gemessen werden; um den Rückstand zu beobachten, hob man durch β die äußere Belegung von der Batterie ab und verband sie durch γ mit der Erde; immer genau eine Sekunde nach dem Schluß von γ wurde dann die Leitung bei α aufgehoben. Der noch vorhandene Rückstand gab dann einen negativen Ausschlag des Elektrometers, der schnell wuchs, einen Maximalwert erreichte und nun, indem die entstandene Ladung durch Leitung vernichtet wurde, langsam abfiel. Aus dem Verlaufe der Ablenkung wäre ein exaktes Maß des Rückstandes nur durch komplizierte Rechnungen zu gewinnen, eine Schätzung über die Größe desselben aber ergibt der erlangte Maximalwert unmittelbar.

2. Wurde nun käufliches Benzin in die Flasche gefüllt, der Strom im allgemeinen geschlossen gehalten und nur von Zeit zu Zeit Widerstand und Rückstand geprüft, so ergab sich das Folgende: Zunächst war der Widerstand so klein, daß in wenigen Augenblicken nach Öffnung von α die Skala aus dem Gesichtsfelde verschwand; der Rückstand war gleichzeitig ziemlich beträchtlich, sein Maximalwert erreichte mehr als 10 pCt. der ursprünglichen Ladung, er verschwand infolge der starken Leitung verhältnismäßig schnell. Prüfte man nach $1/3$ — $1/2$ Stunde wieder, so fand man den Widerstand bequem meßbar¹⁾, gleichzeitig war dann der Rückstand viel kleiner geworden. In gleichem Sinne änderten sich beide Eigenschaften unausgesetzt weiter, nach 24 Stunden war das Benzin fast völlig isolierend geworden, Rückstandsbildung war kaum

¹⁾ Und zwar hatte derselbe abgenommen für beide Richtungen des Stromes.



ausgespült waren. Aber niemals wurde auf diese Weise der höchste Grad des Isolationsvermögens erreicht.

4. Die Abnahme der Wirksamkeit ist wenigstens zum Teile eine Wirkung des Stromes. Zwar nahm dieselbe auch bei ruhigem Stehen des Benzins in dem Gefäße ab, aber weder so schnell, noch so weit, als wenn die Belegungen des Gefäßes mit den Polen der Batterie in Verbindung waren. Es scheint sich verschiedenes Benzin in dieser Richtung verschieden zu verhalten. Das von mir selbst untersuchte änderte ohne Stromwirkung seinen Widerstand nur sehr wenig, während die Leitungsfähigkeit des von Hrn. HEINS benutzten schon durch ruhiges Stehen auf sehr kleine Werte abfiel. Es kann sein, daß im ersteren Falle das Benzin mehr durch gelöste, im letzteren mehr durch suspendierte Substanzen verunreinigt war. Versuche, welche die besondere Natur der wirksamen Verunreinigungen ermitteln sollten, blieben erfolglos, ich bemerke in Bezug auf dieselben nur, daß dabei das Benzin zwischen Glaselektroden geprüft werden konnte, da der Widerstand der letzteren gegen den des Benzins verschwand.

5. Das elektrisch gereinigte Benzin kommt in seinem Verhalten dem eines idealen flüssigen Isolators ganz außerordentlich nahe. Von Rückstandsbildung ist kaum eine Spur wahrzunehmen, das Isolationsvermögen steht dem unserer besten Isolatoren nicht viel nach. Die Versuche konnten wegen der eingetretenen Verdunstung nicht viel über 24 Stunden ausgedehnt werden, in dieser Zeit war eine feste Grenze noch nicht erreicht, doch war die Isolationsfähigkeit schon so groß geworden, daß beispielsweise in einer Minute nach Unterbrechung der Erdleitung in α die Nadel des Elektrometers nur um 6 Skalenteile aus ihrer Ruhelage gewichen war. Hieraus und aus dem angegebenen Verhältnisse der Kapacitäten berechnet man leicht, daß eine Leydener Flasche mit dem betreffenden Benzin als Isolator erst in ungefähr zwei Stunden die Hälfte ihrer Ladung verloren haben würde.

6. Der in unreinem Benzin auftretende Rückstand beruht auf einer nachwirkenden Polarisation (welcher Natur auch immer) und nicht auf einem Eindringen freier Elektrizität. Dies kann durch die folgenden Versuche gezeigt werden. Läßt man in dem Augenblicke, wo nach Unterbrechung von α der Rück-

stand eben hervorzutreten beginnt, das Benzin durch eine Öffnung des Bodens möglichst schnell und ruhig ab, so tritt der Rückstand plötzlich hervor, und zwar mit dem gleichen Vorzeichen, welches er ohne das Ablassen gehabt haben würde. Beruhte der Rückstand auf einem Eindringen der Elektrizität in den Isolator, so hätte die Entfernung dieses Isolators zwar ebenfalls einen plötzlichen Ausschlag zur Folge haben müssen, aber derselbe würde das entgegengesetzte Vorzeichen, wie die mit dem Isolator entfernte Elektrizität, also wie der eigentliche Rückstand, gehabt haben. In einem anderen Versuche polarisierte ich unreines Benzin in einem größeren Gefäße zwischen zwei Platten *A* und *B*, die mehrere Centimeter Abstand hatten. *A* und *B* wurden dann auf das Potential Null gebracht und sogleich in ihren Zwischenraum ein System von drei anderen Platten, 1, 2, 3, eingeschoben. Die äußeren Platten 1 und 3 waren zur Erde und zu einem Quadranten eines Elektrometers abgeleitet; Platte 2, welche mit dem anderen Quadranten in Verbindung stand, war isoliert dicht auf 3 befestigt, derart, daß zwischen 2 und 3 kein Benzin eintrat, während zwischen 1 und 2 eine Schicht von einigen Centimetern Dicke sich befand. Sogleich beim Einschieben dieses Systemes erhielt man dann im Elektrometer einen Ausschlag, dessen Richtung mit der Richtung der Polarisation des Benzins wechselte, und welcher einem Teile des Rückstandes entsprach, der sonst auf den Platten *A* und *B* sich entwickelt hätte. Es ist aber leicht einzusehen, daß das Vorzeichen dieses Ausschlages das entgegengesetzte sein muß, jenachdem im Benzin noch nachwirkende Polarisation vorhanden ist, oder von den Platten aus eingedrungene Elektrizität, denn die elektrische Doppelschicht, welche zwischen die Platten 1 und 2 gelangt, wird in diesen Fällen entgegengesetztes Vorzeichen haben. Der Erfolg des Versuches zeigte nachwirkende Polarisation an. Da bei diesen Versuchen Reibung und unregelmäßige Bewegungen, also Verwerfung der polarisierten Elemente unvermeidlich ist, so kann es nicht verwundern, wenn dieselben nicht sehr regelmäßig verlaufen. In der That war der Ausschlag von sehr variabler Größe, und hin und wieder gab selbst ein Versuch ein entgegengesetztes Resultat, doch rechtfertigte der Verlauf der weitaus überwiegenden Mehrzahl die ausgesprochene Behauptung.