

Zeitschrift: Helvetica Physica Acta

Band: 2 (1929)

Heft: I

Artikel: Ein neuer elektrischer Effekt

Autor: Zehnder, L.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-109439>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein neuer elektrischer Effekt

von L. Zehnder.

(23. XI. 28.)

Zusammenfassung: In einem schnell um seine Achse rotierenden eisenlosen Solenoid wird durch Bremsung der umgebenden Luft mittels stark genäherter fester Platten ein zwar schwacher aber doch deutlich nachweisbarer elektrischer Strom erzeugt, dessen Entstehung wohl dem zugleich mit der Luft gebremsten Äther zuzuschreiben ist.

Im Jahre 1926 machte ich eine vorläufige Mitteilung über einen von mir beobachteten neuen elektrischen Effekt, den ich magnetisch verstärkte¹⁾. Weiteres darüber teilte ich unter Vermeidung der mit grossen Störungen behafteten magnetischen Verstärkung am 6. Mai 1927 in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft Berlin und am 2. September 1927 in der Schweizerischen Naturforscher-Versammlung in Basel mit²⁾. Weil der Effekt schwach ist, kann er von den Störungen überdeckt werden. Nun ist es mir aber gelungen, diese Störungen zum grössten Teil zu beseitigen und eindeutige Ergebnisse zu erhalten.

Der Versuch ist folgender:

Nähert man einer rasch rotierenden eisenlosen Spule feste Körper bis zu etwa 2 mm Abstand von den Spulenwindungen, so entsteht durch diese Bremsung der mitgerissenen Luft in der Spule ein elektrischer Strom; die positive Elektrizität fliesst in der Rotationsrichtung.

Mein fast eisenloser Apparat besteht aus einem Solenoid von 19,5 cm Durchmesser und 22 cm Länge, mit 96 Windungen von blankem 1 mm-Kupferdraht, isoliert auf einen Aluminiumzylinder gewickelt, mit Bronzeachse. Das Gestell ist auch aus Aluminium und geerdet. Nur als Lager der Achse sind dünne Stahlringe (von 36 mm Durchmesser, 44 mm Breite und 3 mm Dicke) unver-

¹⁾ L. ZEHNDER. Ein neuer elektrischer Effekt (Vorläuf. Mitt.), Verh. d. Naturf. Ges. Basel, **37**, 1926; auch II. Mitteilung, als Manuskript gedruckt, 1927.

²⁾ L. ZEHNDER. Sur les preuves expérimentales de l'existence de l'éther, Arch. de Genève, **9**, 1927.

meidlich gewesen, um (trotz Ringschmierung) ein Einfressen der Bronzeachse im Aluminium auszuschliessen. Der Solenoiddraht läuft beiderseits in zwei axiale 0,2 mm-Kupferdrähtchen aus, die wagrecht in die Kuppen von Quecksilberträpfen tauchen und die entstandenen Ströme durch 2 beiderseits des Solenoids in grösster Nähe aufgestellte Kompensationsspulen hindurch zum fast aperiodisch gedämpften hochempfindlichen Siemens'schen Deprez-Galvanometer (mit 10 Ohm Spulenwiderstand und 120×10^{-10} Stromempfindlichkeit) leiten. Das Solenoid kann gegen die Aussenleitung kommutiert werden, durch Umlöten der Drahtverbindungen; die Solenoidwindungen können auch durch Kurzschlusslösung zwischen den beiden die Ströme ableitenden Kupferdrähtchen ganz ausgeschaltet werden. Als Treibriemen verwende ich eine 3,5 m lange, 5,5 mm dicke seidene Schnur, deren Enden so sorgfältig ineinander verflochten sind, dass sie wie ein gleichmässiges endloses Band stossfrei wirkt. Durch eine in Kugellagern laufende, mit Gegengewichten fast entlastete Spannrolle wird die Riemenspannung verstärkt und namentlich auch bei der Kommutierung des Riemens (offener Riemen und verschränkter Riemen) möglichst konstant gehalten. Der Motor kann gleichfalls kommutiert werden (Rotation wie der Uhrzeiger und umgekehrt). Durch diese drei Kommutierungen entstehen 8 Schaltungsarten. Bei der Addition aller entsprechenden 8 Versuchsergebnisse müssen sich alle dauernden äusseren Störungen möglichst wegheben: die genannten beobachteten Ströme müssen am reinsten zutage treten. Um die durch den Treibriemen allfällig hervorgerufene statische Elektrisierung des Apparats zu beseitigen, erdete ich das Gestell mit den Lagerschalen. Der kleinste Abstand der Gestellgrundplatte vom Solenoidumfang beträgt 50 mm.

Meine bisherigen Versuchsergebnisse stützen sich auf rund eine Viertelmillion Fernrohrablesungen. Nach möglichster Ausschaltung aller magnetischen Einflüsse und der anderweitigen grösseren Störungen können aber jetzt aus je einigen tausend Ablesungen übereinstimmende Ergebnisse abgeleitet werden. Das Vorhandensein des Effekts lässt sich aus wenigen Fernrohrablesungen ermitteln, weil die durch die genannte Bremsung bewirkten Ausschläge des Galvanometers immerhin von der Grössenordnung eines ganzen Skalenteils sind.

Die grössten vorübergehenden Störungen röhren von Er-schütterungen unseres Physikgebäudes her. Obwohl ich mein (aperiodisch gedämpftes) Galvanometer auf Metallplättchen stellte,

die unter Zwischenschaltung von 1 mm dicken Gummiplättchen auf einer in die Institutswand eingemauerten Steinplatte ruhen; obwohl auch mein Rotationsapparat auf einem Tisch befestigt ist, dessen Füsse unter Zwischenschaltung von 7 mm dicken Gummiplatten auf Steinboden ruhen, entstehen doch z. B. beim Herumfahren des Heizer-Kohlenwagens gelegentlich mächtige plötzliche (also ungedämpfte) Ausschläge, die einmal sogar einen Wert von etwa 20 Skalenteilen annahmen. Ein unsanftes Abstellen eines schweren Körpers im benachbarten Zimmer kann einen Ausschlag von ein paar Skalenteilen erzeugen, ebenso das Türenzuschlagen. Das Gebäude ist also auf Erschütterungen sehr empfindlich, natürlich auch auf solche durch vorbeifahrende Lastautomobile.

Um solche Störungen, auch z. B. elektrische Störungen durch Ein- und Ausschalten von Starkströmen in der Nähe meines Arbeitszimmers, fernzuhalten, habe ich vom 9. bis 18. August 1928 in 8 Nächten (Sonntag ausgenommen) während je 12 aufeinander folgenden Stunden dauernd Versuchsreihen in allen genannten Schaltungsarten ausgeführt, derart, dass ich zuerst 10 Nullpunktabelsungen des Galvanometers machte, dann das Solenoid durch einen einpferdigen Drehstrommotor rasch auf etwa 3000 Touren in der Minute brachte, sogleich wieder Galvanometerablesungen machte, je 10 Ablesungen über jede Minute verteilt, dies 6 Minuten lang fortgesetzt, und zuletzt bestimmte ich die End-Tourenzahl T des Rotationsapparats mit einem Tourenzähler von G. HASLER in Bern. Einer solchen Beobachtungsreihe ohne Bremsung des Solenoids folgte je eine halbe Stunde später eine zweite Reihe, bei der ich zwei ebene 2 mm dicke Fiberrplatten — das Material dieser Platten und ihre elektrische Leitfähigkeit scheint nach früheren Versuchen keinen wesentlichen Einfluss zu haben, auch nicht ihre statische Elektrisierung auf ± 120 Volt (II. Mitt.) — von der Länge des Solenoids, diesem diametral gegenüberstehend, aus etwa 220 mm bis auf 2 mm Abstand genähert hatte. Die Differenz der Galvanometerausschläge, wenn die Bremsplatten da waren (*Bd*) und wenn sie weg waren (*Bw*), ergaben mir die durch Bremsung erzeugten elektrischen Ströme, in Skalenteilen gemessen, bei 2,0 m Skalenabstand. Die Zehntel-Skalenteile schätzte ich ab, addierte dann alle 10 Ablesungen, so dass die Additionen die Mittelwerte in Hundertstel-Skalenteilen ergeben; ebenso ihre Differenzen, wenn die unmittelbar vorher abgelesenen und gemittelten Nullpunktabelsungen abgezogen werden. Zwei beliebige solche Beobachtungsreihen, z. B. die ersten meiner nächtlichen Versuche, ergeben

über 6 Minuten Beobachtungszeit erstreckt die folgenden 6 Zahlen für Bd bzw. Bw , sowie ihre Differenzen:

$Bd \dots$	275	1330	2164	2912	3239	3571
$Bw \dots$	391	1198	2174	2683	3076	3214
Diff. . .	- 116	+ 132	- 10	+ 229	+ 163	+ 357

Solche Doppelreihen führte ich je 5 hintereinander aus, alle halben Stunden eine derselben, in allen 8 Schaltungsarten, wiederholte viele derselben, machte auch Beobachtungsreihen unter Ausschaltung der Solenoidwindungen, um die Wirkungen der im Quecksilber rotierenden Kupferdrähtchen allein zu ermitteln, und erhielt so durch Addition der entsprechenden Differenzen $Bd - Bw$ die Zahlen der folgenden Tabelle 1 für die 6 Minuten 1 bis 6 der ganzen Beobachtungszeit (die Zahlen ohne Vorzeichen sind positiv und entsprechen der Stromrichtung im Sinne der Rotation):

Tabelle 1.
 $T = 3032$ bis 3126 . ΔT ca. 3%.

1	2	3	4	5	6
- 263	438	513	1450	1652	1886
- 1427	- 2954	- 3085	- 4810	- 4958	- 5600
- 1398	- 2209	- 2507	- 3888	- 3848	- 3742
615	2077	2674	3007	3451	3685
973	2240	1881	2789	3854	4276
793	362	- 337	- 737	- 1131	- 1141
1213	634	247	- 35	- 433	- 429
2115	3432	3719	4604	4932	5160
$\Sigma + 2621$	+ 4020	+ 3105	+ 2380	+ 3519	+ 4095

Wegen der genannten Additionen von Ergebnissen müssen die Summen Σ dieser Tabelle durch $5 \times 8 = 40$ dividiert werden, um in jeder Minute den auf sie entfallenden mittleren Ausschlag in Hundertstel-Skalenteilen zu erhalten.

Die stark abweichenden Ergebnisse der 8 einzelnen Schaltungsarten für dieselben Minuten 1 bis 6 erklären sich durch die Störungen aller Art, vermeidliche und unvermeidliche. Unvermeidlich sind die Störungen durch Thermoströme, die bei der schnellen Rotation der dünnen Kupferdrähtchen in den Quecksilbernäpfen entstehen. Diese Kupferdrähtchen sind, soweit

sie ins Quecksilber tauchen, amalgamiert und werden dann im Ruhezustand vom Quecksilber nur wenig gelöst. Wenn sie aber nicht aufs vollkommenste zentriert sind, schlagen sie bei der Rotation gegen das Quecksilber, lösen sich allmählich auf und verunreinigen dadurch das Quecksilber so sehr, dass nach langem Betrieb und bei zufälligen Störungen die Ergebnisse kleine Beträge und sogar das umgekehrte Vorzeichen annehmen können¹⁾. Nach diesen Erfahrungen habe ich die früher benutzten 0,5 mm-Kupferdrähtchen bei den neuen hier beschriebenen Versuchen durch Kupferdrähtchen von 0,2 mm Dicke und 20 mm Länge ersetzt. — Ausserordentlich störend wirkt auch die Sonne, wenn sie von 11 Uhr morgens ab meine Institutswandung bescheint, wie es in diesem Sommer nur zu oft geschah. Wegen dieser Störungen konnte ich Beobachtungsreihen der Zeiten 11 bis 5 Uhr, obwohl ich deren zahlreiche durchführte, zu Mittelbildungen nicht verwenden; die Wanderungen der Nullpunkte waren zu beträchtlich. Am besten vermied ich solche Störungen durch Nacharbeit.

Wenn auch viele Ergebnisse dieser Tabelle entgegengesetzte Vorzeichen aufweisen, zum Teil (in den Minuten 4, 5, 6) sogar die Hälfte derselben, wegen der vielfachen Störungen, deren andauernde in den 8 verschiedenen Schaltungsarten mit entgegengesetzten Vorzeichen auftreten müssen, so überwiegen doch die positiven Ergebnisse offenkundig, so dass alle Summen Σ positiv werden, im Sinne von Strömen, die in der Rotationsrichtung des Solenoids erzeugt werden, entsprechend der schon in meiner ersten vorläufigen Mitteilung angegebenen Stromrichtung. Um nun aber die negativen Stromrichtungen und namentlich die sie verursachenden Störungen möglichst zum Verschwinden zu bringen, ging ich zu noch feineren Kupferdrähtchen von nur 0,1 mm Dicke über und zentrierte sie auf etwa ein Zwanzigstel mm genau, indem ich mit einer weitab stehenden Glühlampe einen scharfen Schatten des Drähtchens auf einem untergelegten weissen Papier neben einem auf diesem gezogenen schwarzen Haarstrich erzeugte. Ferner umschloss ich nun die Quecksilbernäpfe samt den Kupferdrähtchen mit Pappschachteln, um diese sehr empfindlichen Stellen der Stromleitung vor den vom rotierenden Solenoid (als Ventilator) erzeugten Luftströmungen zu schützen. Die Näpfe laufen nach unten in zylindrische Röhren aus, in die ich nun lange dünneren Glasröhren ziemlich passend einführte, um Eigenschwingungen der Quecksilberoberflächen der Näpfe möglichst zu verhüten. Durch diese Glasröhren wurde

¹⁾ Arch. de Genève, 1. c.

ausserdem täglich einmal soviel reines Quecksilber in die Näpfe eingegossen, dass durch reichliches Überfliessen der Näpfe ihre Quecksilberoberflächen wieder gereinigt wurden. Endlich hatte ich für die folgenden Versuchsreihen die Schnurscheibe des Motors um etwa $1\frac{1}{2}$ cm abdrehen lassen, weil vorher bei den höchsten Tourenzahlen über 3000 gelegentlich störende Eigenschwingungen in meinem Apparat bzw. in seinen Stützungen und im Tisch aufgetreten waren; denn der Apparat war nur für 3000 Touren als Höchstwert berechnet worden.

Nach diesen Verbesserungen erhielt ich vom 18. bis 22. Oktober aus je 3 Reihen in allen 8 Schaltungsarten die entsprechenden Zahlen der Tabelle 2:

Tabelle 2.
 $T = 2672$ bis 2754 , ΔT ca. 3%.

1	2	3	4	5	6
213	254	8	— 122	— 97	13
89	175	122	137	100	109
178	341	133	432	434	413
43	162	91	215	181	183
126	310	89	150	93	89
— 125	40	127	218	— 2	144
— 131	79	124	165	120	211
383	714	366	251	133	125
$\Sigma + 776$	$+ 2075$	$+ 1060$	$+ 1446$	$+ 962$	$+ 1287$

In diese Tabelle 2 sind alle beobachteten Reihen der genannten Tage aufgenommen, nicht etwa nur eine geeignete Auswahl; ausgenommen wurden nur nach jeder kürzeren, etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden dauernden Pause die erste, nach einer zweistündigen oder längeren Pause die ersten beiden Reihen (obwohl sie auch abgelesen wurden), weil sich nämlich erfahrungsgemäss die Temperaturen der Näpfe nach Pausen anders einstellen und grössere Nullpunktverschiebungen bewirken. Ausserdem musste hier die ganze Reihenfolge einer Schaltungsart durch eine neue Reihenfolge ersetzt werden, weil sich in einer mittleren dieser Reihen eine starke Störung zeigte, die plötzlich ganz andere Werte ergab. Nachherige Untersuchung der Näpfe liess erkennen, dass sich einer derselben, zwar in seinen Gummilagern festgeklemmt, doch allmählich so stark gehoben hatte, dass nun das betreffende Kupferdrähtchen an seinem Rande streifte, wodurch eine stärkere

Temperaturerhöhung und ein Verbiegen des Drähtchens entstand. Nach der Reparatur und Neuzentrierung der Kupferdrähtchen machte ich für die verlorene Reihe eine Ersatzreihe und ausserdem vom 22. bis 24. Oktober und (nach einigen Tagen Abhaltung) wieder am 2. November je 3 Reihen für alle 8 Schaltungsarten, deren analoge Ergebnisse in der Tabelle 3 wiedergegeben sind.

Tabelle 3.
 $T = 2656$ bis 2759 , ΔT ca. $3\frac{1}{2}\%$.

1	2	3	4	5	6
40	64	176	140	42	96
113	128	377	389	420	411
63	310	187	195	190	53
328	519	518	511	526	446
194	90	69	— 74	— 91	186
— 128	161	208	209	224	286
— 163	233	324	208	185	344
388	256	507	258	163	256
$\Sigma + 835$	$+ 1761$	$+ 2366$	$+ 1836$	$+ 1659$	$+ 2078$

Nicht aufgenommen wurden in diese Tabelle die Beobachtungsreihen von zwei Sonnentagen für die Dauer intensiverer Sonnenbestrahlung der Institutswände von etwa 11 bis 5 Uhr, wegen zu starker Nullpunktswanderungen des Galvanometers. In den Tabellen 2 und 3 habe ich absichtlich in allen Zweifelsfällen der Zehntelskalenteil-Schätzungen die für die früher ermittelte Stromrichtung *ungünstigere* Schätzung gewählt, um sicher zu sein, dass das Resultat nicht etwa durch subjektives Empfinden, durch Voreingenommenheit erhalten ist. Aber für solche Einflüsse wären doch wohl die fehlerhaften Zehntelschätzungen nicht von genügendem Gewicht. Trotz dieser absichtlich ungünstigen Beeinflussung der Resultate treten doch in den Tabellen 2 und 3 nur noch wenige negative Vorzeichen auf und nur solche von geringem Belang. Addieren wir die Summen Σ dieser beiden Tabellen, so erhalten wir für die Minuten 1 bis 6 die Gesamtsummen:

	1	2	3	4	5	6
in Tab. 2 + 3 Σ .	+ 1611	+ 3836	+ 3426	+ 3282	+ 2621	+ 3365
in Tab. 1 Σ . . .	+ 2621	+ 4020	+ 3105	+ 2380	+ 3519	+ 4095

also Werte, die nicht nur mit denen der Tabelle 1 dasselbe Vorzeichen + haben, sondern ihnen sogar zum Teil ziemlich nahe kommen. Zwar ist die Reihenzahl 6 der beiden letzten Tabellen 2 + 3 grösser als die Reihenzahl 5 der Tabelle 1; dafür sind aber die Tourenzahlen der 6 Reihen über 10% tiefer als die der 5 Reihen. Ob die für die aufeinander folgenden Reihen am Tourenzähler abgelesenen Tourenzahlen die wirklichen Tourenzahlen mit den Differenzen von etwa 3% darstellen, ist allerdings fraglich; denn ein zufällig etwas schwächeres Andrücken des Tourenzählerscheibchens an das rasch rotierende Poulie, an dem die Messung geschieht, kann wohl das Messergebnis erheblich unter den tatsächlichen Wert hinabdrücken. Daher glaube ich, dass die wirklichen Tourenzahlen nicht um 3% voneinander abwichen. Der Motor selber ist so kräftig, dass keine Belastung meines Rotationsapparats genügt hätte, um seine Zugkraft in den gemessenen Beträgen der Geschwindigkeitsverminderungen herabzusetzen.

Aus diesen Ergebnissen geht nun wohl mit aller Sicherheit hervor, dass der von mir gefundene und vor etwa 2 Jahren bereits gemeldete neue elektrische Effekt tatsächlich besteht und ohne grössere Schwierigkeiten von jedem, der ein genügend empfindliches (Thermo-)Galvanometer zur Verfügung hat, beobachtet werden kann. Wie ich schon in meinen früheren Mitteilungen zeigte, glaube ich, diesen Effekt nur durch das Ätherdasein erklären zu können. Auf statische Elektrisierungen kann er gewiss nicht zurückgeführt werden.

Sobald mir Gelegenheit geboten wird, meine Versuche auf erschütterungsfreiem Boden zu wiederholen, glaube ich, die einzelnen Versuchsergebnisse noch viel besser miteinander in Übereinstimmung bringen zu können.

Universität Basel, November 1928.