

leiter Induktionsströme entstehen, wenn der Batteriestrom geschlossen, unterbrochen, verstärkt oder geschwächt wird. Diese Induktionsströme im Hauptleiter nennt man Extrastrome. Da sie genau so verlaufen wie die Induktionsströme im Nebenleiter, also bei der Stromschließung in umgekehrter Richtung zum Hauptstrom und bei der Stromunterbrechung in gleicher Richtung, so wird der Batteriestrom beim Entstehen durch den Extrastrom geschwächt. Diese Schwächung dauert bis zu  $\frac{1}{3}$  Sekunden, und erst nach Verlauf dieser Zeit erreicht ein Batteriestrom seine ganze Stärke.

In unseren elektrischen Anlagen, z. B. in elektrischen Uhren, werden die Stromschlüsse und Unterbrechungen durch Kontakte vollzogen. Der Extrastrom, welcher beim Stromschluß entsteht, schwächt wohl den Hauptstrom, ohne jedoch dem Kontakte zu schaden. Anders ist es mit demjenigen Extrastrom, welcher bei der Stromunterbrechung gebildet wird. Derselbe entsteht naturgemäß erst nach der Unterbrechung, so daß er über dem schon geöffneten Kontakt nicht mehr verlaufen kann. Ein Extrastrom ist zwar von sehr geringer Stärke, aber von erheblicher Spannung, so daß er über den offenen Kontakt hinwegspringt. Ein überspringender elektrischer Strom bildet aber jederzeit Funken (wie z. B. der Blitz ein überspringender Strom ist), so daß diese Funken die Kontaktstellen schwärzen und sogar verbrennen.

Die Intensität eines Extrastromes hängt ab von der Länge der Leitung und von der in ihr herrschenden Stromstärke. Eine lange Leitung mit hoher Stromstärke induziert starke Extrastrome.

Die in eine Leitung eingeschalteten Elektromagnete tragen sehr zur Bildung eines kräftigen Extrastromes bei. Dies erklärt sich aus dem Umstande, daß im Augenblick der Stromunterbrechung der Magnetismus in den Elektromagnetkernen schwindet, wodurch auch Extrastrome entstehen. Um diesen Vorgang zu verstehen, lese man den folgenden Abschnitt „Magnetinduktion“ nach.

Die zarten Kontakte elektrischer Uhren darf man nicht dem Extrastrom aussetzen, welcher sie sehr bald unbrauchbar machen würde. Man hat nun zwei Wege zur Unschädlichmachung des Extrastromes gefunden. Einesteils wird der Kontakt so konstruiert, daß sich die Kontaktteile mit ziemlicher Kraft aneinander reiben, wodurch sie sich selbsttätig blank scheuern. Diese Anordnung kann nicht immer Verwendung finden, weil namentlich in Uhren die hierfür nötige Kraft fehlt. Zum anderen läßt man den Extrastrom in einem besonderen Stromkreis verlaufen. Dieser Stromkreis umgeht den Kontakt, so daß letzterer nicht verbrannt werden kann. Der für diesen Zweck hergestellte besondere Stromkreis muß aber im Verhältnis zum Leitungsweg einen hohen Widerstand haben, weil sonst zuviel Batteriestrom nutzlos verloren ginge.

Die Figur 2 erklärt das Gesagte. Der Kontakt  $K$  schließt die kurze, als kleine Uhrenanlage gedachte Leitung. Die Batterie  $B$  gibt den Strom zur Betätigung des Elektromagneten  $E$  der Nebenuhr.

Der Extrastrom bildet sich in einer kurzen Leitung, wie die vorliegende es ist, fast ausschließlich im Elektromagneten, die übrigen kurzen Drähte kommen nicht in Frage. Wird der Strom bei  $K$  unterbrochen, so verläuft der Extrastrom im Stromkreis  $E, 1, W^1, 2$ , so daß am Kontakt kein Funke (Unterbrechungsfunke) auftritt.

Hat eine Anlage längere Freileitungen oder mehrere Nebenuhren, so überbrückt man mit dem besonderen Stromkreise am besten den Kontakt. Der Extrastrom der ganzen Anlage fließt alsdann über  $3, W^2, 4$ , so daß der Kontakt vor jedem Extrastrom geschützt ist. Allerdings ist diese zweite Anordnung kostspieliger als die erste insofern, als mehr Batteriematerial verbraucht wird. Bei der erstgenannten Anordnung geht nur während des Stromschlusses ein kleiner Teil des Batteriestromes über  $W^1$ , welcher damit für die Erregung des Magneten  $E$  verloren ist. Bei der

Überbrückung des Kontaktes  $K$  hingegen fließt andauernd ein ganz schwacher Strom durch die Anlage.

Der besondere, sog. Extrastromkreis besteht aus zwei kurzen Zuleitungen 1 und 2 und einer sog. Widerstandsspule  $W^1$ . Eine solche Spule muß, weil sie selbst keinen Induktionsstrom erzeugen darf, zweifädig (bililar) gewickelt sein. Der für die Spule zu verwendende Draht wird in der Mitte seiner Länge eingeknickt und sodann, mit dem eingeknickten Ende anfangend, zweidrähtig auf eine Spule gewickelt. Die überbleibenden Enden dienen zum Anschluß an die Leitungen 1 und 2.

Um eine Widerstandsspule nicht zu groß werden zu lassen, verwendet man zu ihrer Herstellung umspinnene sog. Widerstandsdrähte. Dieselben bestehen aus einem Metall, welches der Elektrizität einen hohen Widerstand entgegengesetzt, wie z. B. Neusilber, Mangan, Nickelin. So hat z. B. 1 m Nickelindraht von 0,15 mm Stärke einen Widerstand von 22 Ohm.

Der Widerstand einer bifilaren Spule muß, um den Stromverlust nicht zu hoch werden zu lassen, in einem günstigen Verhältnis zum Elektromagneten  $E$  oder, bei der Überbrückung des Kontaktes, zum Gesamtwiderstande der Apparate und Leitung stehen. Wird z. B. nur der Elektromagnet kurzgeschlossen, so genügt der 8—10fache Widerstand der Elektromagneten als Widerstand für  $W^1$ , während bei der Überbrückung des Kontaktes der 20fache Widerstand aller Stromwege notwendig ist. Haben z. B. die Leitungen zusammen 15 Ohm, die eingeschalteten drei Apparate je 90, also zusammen 270 Ohm und zwei verwendete Erdleitungen einen Übergangswiderstand von zusammen 30 Ohm, so muß der Widerstand der Spule  $W^2$  sein

$$15 + 270 + 30 = 315 \times 20 = 6300 \text{ Ohm.}$$

Diese Rechnung ist aber nur dann richtig, wenn die drei Apparate hintereinander geschaltet sind. Liegen sie in Parallelschaltung, so bieten sie dem Strome nicht einen Widerstand von  $90 \cdot 3 = 270$ , sondern von nur  $\frac{90}{3} = 30$  Ohm. Diese Schaltungsweise würde alsdann einen Widerstand der Extraspule  $W^2$  von

$$15 + 30 + 30 = 75 \cdot 20 = 1500 \text{ Ohm}$$

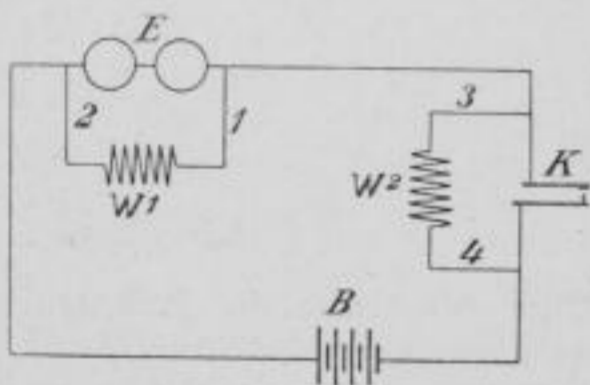
verlangen.

### Magnetinduktion.

Man kennt zweierlei Magnete, nämlich die bereits besprochenen Elektromagnete und Dauer- oder sog. Permanentmagnete. Letztere haben im Gegensatz zu den Elektromagneten die Eigenschaft, den einmal erhaltenen Magnetismus dauernd beizubehalten. Dauermagnete bestehen aus gehärtetem Stahl. Je besser der Stahl ist und je sorgfältiger er gehärtet und nachher magnetisiert wurde, desto konstanter ist sein Magnetismus.

Die magnetischen Eigenschaften und Wirkungen eines Dauermagneten sind genau dieselben wie die eines Elektromagneten, welcher von einem Strom durchflossen ist.

Nähert man einer in sich geschlossenen Leitung einen Magneten oder entfernt man ihn von derselben, so entsteht in beiden Fällen in der Leitung ein Induktionsstrom von wechselnder Richtung. Ebenso werden Induktionsströme erzeugt, wenn in der Nähe des Leiters Magnetismus verstärkt oder geschwächt wird. Diese Vorgänge, welche gleichen Ursprungs mit der galvanischen Induktion sind, nennt man Magnetinduktion. Auf ihr beruht die gesamte Telephonie und die Starkstromtechnik. Man hat Maschinen gebaut, welche einen Magneten oder ein ganzes System derselben in schnellem Tempo einer in sich geschlossenen Leitung (in diesem Falle einer Spule) sich abwechselnd nähern und entfernen lassen. Infolge der Magnetinduktion entstehen dadurch in der Spule Induktionsströme, welche sehr schnell wechseln und aufeinander folgen, so daß ihre Wirkung derjenigen eines Gleichstromes (Batteriestromes) gleichkommt. Eine sehr gut konstruierte magnet-elektrische Maschine dieser Art, in welcher nicht mehr die schweren Magnete, sondern die leichtere Spule in Rotation versetzt wird, ist der von Dr. Werner Siemens erfundene Magnetinduktor. Dieser Apparat hat eine sehr ausgedehnte Verwendung als Erzeuger von Weckströmen in Telephon- und Eisenbahn-Sicherungsanlagen gefunden.



Figur 2.