

Der Anschluß elektrischer Uhrenanlagen an Starkstromnetze

Von G. Schönberg

Vor einigen Jahren wurde in den Fachzeitschriften viel darüber diskutiert, ob der direkte Anschluß elektrischer Uhrenanlagen an das Starkstromnetz zweckmäßig sei oder nicht. Diese Diskussion soll hiermit keinesfalls aus neue eröffnet werden. Die Fachleute waren und sind sich längst darüber einig, daß der sogenannte indirekte Anschluß dem direkten vorzuziehen ist.

Indirekter Anschluß, das bedeutet, daß man wohl den zum Betriebe der Uhrenanlage erforderlichen Strom der Starkstromanlage entnimmt, diesen aber nicht den Uhren direkt zuführt, sondern damit nur die zum Uhrenbetriebe dienende Akkumulatorenbatterie aufladet. Damit im Betriebe der Uhrenanlage keine Unterbrechung eintritt, stellt man bei größeren Uhrenanlagen zwei Akkumulatorenbatterien auf, die abwechselnd geladen und auf das Uhrennetz geschaltet werden. Man benötigt dazu nur eine kleine Schalttafel, deren wichtigster Bestandteil der sogenannte Ladeschalter, ein mehrpoliger Umschalter, ist. Der Ladeschalter gestattet, durch eine einfache Hebelbewegung die eine Batterie an die Starkstromleitung anzulegen, während die andere — von der Starkstromleitung völlig abgetrennt — auf die Uhrenanlage geschaltet ist. Eine derartige Schalttafel zeigt Abbildung 1. Diese verhältnismäßig einfache Anordnung ist natürlich nur anwendbar, wenn Gleichstrom zur Verfügung steht; führt die Starkstromleitung Wechselstrom, so muß dieser erst in Gleichstrom umgeformt werden. Durch eine solche Ladeeinrichtung ist die Versorgung einer elektrischen Uhrenanlage mit Strom auf verhältnismäßig einfache Art und Weise gesichert und die Uhrenleitung selbst gegen den Übertritt des Starkstromes geschützt. Durch die Verwendung zweier Batterien, die abwechselnd geladen werden, fehlt jede direkte Verbindung zwischen der Starkstrom- und der Schwachstromanlage.

Für große Uhrenanlagen werden deshalb immer zwei Batterien aufgestellt, die durch eine Ladevorrichtung abwechselnd geladen werden können.

Bei kleinen Uhrenanlagen ist die Verwendung von zwei Batterien jedoch etwas zu umständlich und in Verbindung mit einer Ladeschalttafel auch zu teuer, zumal wenn man bedenkt, daß gewöhnlich bei kleinen Uhrenanlagen niemand zur Pflege der Batterien vorhanden ist. Die kleineren Anlagen waren auch die Veranlassung, daß die Frage, ob es zweckmäßig sei, Uhrenanlagen direkt an das Starkstromnetz anzuschließen, immer wieder auftauchte.

Es ist natürlich möglich, eine Uhrenanlage auch direkt an eine Starkstromanlage anzuschließen, wenn diese Gleichstrom führt. Wechselstrom scheidet aus, weil die Nebenuhren heute nur noch mit Gleichstrom wechselnder Richtung arbeiten. Es wurde von den Fachleuten auch niemals behauptet, daß es unmöglich sei, eine Uhrenanlage direkt an ein

Gleichstrom-Starkstromnetz anzuschließen, sondern nur, daß es nicht zweckmäßig sei. Eine solche Uhrenanlage müßte nämlich in allen ihren Teilen den Vorschriften für Starkstromanlagen und -apparaten entsprechen, wie sie der Verband Deutscher Elektrotechniker (V. D. E.) herausgegeben hat; das ist aber in den meisten Fällen eben nicht der Fall. Die Kontaktvorrichtung in der Hauptuhr müßte, der höheren Betriebsspannung entsprechend, anders konstruiert werden, die Nebenuhren mit anderer Wicklung versehen sein, kurz, die ganze Anlage dürfte nicht als Schwachstromanlage, sondern nur als Starkstromanlage ausgeführt werden. Daß das eine erhebliche Verteuerung bedingen würde, bedarf wohl keines näheren Beweises. Obendrein benötigte aber eine solche Anlage auch noch eine Akkumulatorenbatterie als Reserve, damit die Uhrenanlage nicht stehen bleibt, wenn einmal der Starkstrom kurze Zeit ausbleibt. Die Reservebatterie würde auch sehr kostspielig sein; denn sie müßte aus einer großen Anzahl Zellen bestehen, die allerdings keine große Kapazität zu besitzen brauchten.

Es ist also zweifellos vorteilhafter, Uhrenanlagen und zumal die kleineren als Schwachstromanlagen auszuführen und mit nur wenigen Akkumulatorenzellen zu betreiben. An ein Starkstromnetz durften bis vor kurzem jedoch derartige Anlagen nicht angeschlossen werden, und auch die Akkumulatoren durften, solange sie an die Uhrenanlage angeschlossen waren, nicht aus dem Starkstromnetze geladen werden; denn nach den Vorschriften des V. D. E. durfte eine leitende Verbindung zwischen der Starkstromanlage und einer von ihr betriebenen Schwachstromanlage nicht bestehen. Diese Bedingung war bei Wechselstrom durch Einbau eines Transformators sehr leicht zu erfüllen; der Anschluß einer Schwachstromanlage an ein Gleichstromnetz war aber dadurch praktisch unmöglich gemacht.

Nun sind aber seit einiger Zeit die Bedingungen, unter denen der Anschluß von Fernmeldeanlagen an Starkstromnetze gestattet ist, wesentlich geändert worden. Es darf nach den neuesten Vorschriften jetzt eine leitende Verbindung zwischen der Stark- und Schwachstromseite bestehen; es muß aber Vorsorge getroffen werden, daß in der Schwachstromleitung keine höhere Spannung als 40 Volt auftreten kann, und zwar gilt diese Spannungsgrenze auch für den offenen Stromkreis.

Es ist jetzt also möglich, auch kleine Uhrenanlagen, für die das Aufstellen zweier Akkumulatorenbatterien und einer Ladeschalttafel zu kostspielig war, an das Starkstromnetz anzuschließen. Das Abschalten der Batterie von der Uhrenleitung ist jetzt nicht mehr notwendig; man kann die Akkumulatoren während des Betriebes aufladen. Es ist infolgedessen auch nur noch eine Batterie erforderlich.

Die Batterie kann man aufladen, indem man sie durch einen Handschalter von Zeit zu Zeit in Verbindung mit der Starkstromleitung bringt oder dies automatisch durch die Uhr selbst besorgen läßt. Am einfachsten ist es aber, wenn man die Akkumulatorenbatterie ständig in Verbindung mit der Starkstromleitung läßt und dauernd ladet. Dadurch entfällt fast jede Bedienung der Batterie. Die Pflege der Akkumulatoren beschränkt sich dann in der Hauptsache auf das Ergänzen des verdunsteten Elektrolyts (der Säure in den Akkumulatoren) durch Nachfüllen destillierten Wassers. Voraussetzung hierbei ist allerdings, daß Spezialzellen für Dauerladung mit großem Säureraum Verwendung finden.

Der Anschluß ist nur an solche Starkstromnetze zulässig, bei denen ein Leiter betriebsmäßig geerdet ist; handelt es sich um Dreileiternetze, so muß der Mittelleiter geerdet sein. Wenn das Gleichstromnetz 110 Volt Spannung führt, die

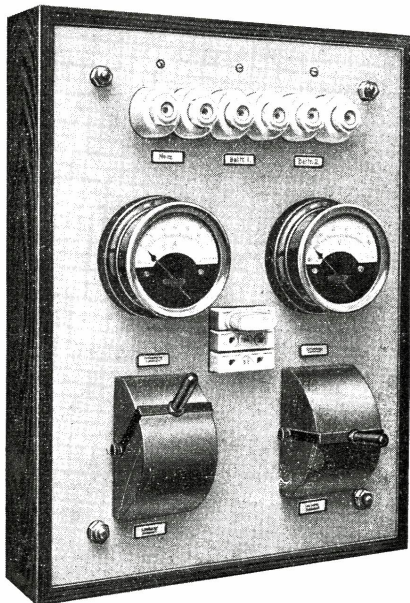


Abb. 1. Lade-Schalttafel

Schwachstromanlage aber nur 10 Volt braucht, so müssen 100 Volt vernichtet werden; das ist leicht durch Einbau eines Vorschaltwiderstandes zu erreichen. Nach den Vorschriften darf aber auch bei offenem Stromkreise die Spannung in der Schwachstromanlage 40 Volt nicht übersteigen, was am einfachsten durch einen Spannungsteiler zu erreichen ist. Als Spannungsteiler dient ein dauernd eingeschalteter, an beliebigen Stellen anzapfbarer Widerstand, dem man jede gewünschte Spannung entnehmen kann. Die Prinzipschaltung einer Lade-Einrichtung mit Spannungsteiler zeigt Abbildung 2. R ist der dauernd eingeschaltete Widerstand, der an den beiden Punkten a und b , an welche die Pole der Batterie B angeschlossen sind, angezapft ist. Wie man sieht, eine recht einfache Sache. Beim Anschluß einer solchen Ladevorrichtung ist man aber gezwungen, gewisse Vorsichtsmaßregeln zu beachten, deren Außerachtlassung recht unangenehme Folgen haben kann.

An welcher Stelle des Ladestromkreises man den erwähnten Vorschaltwiderstand einschaltet, ist in der Regel

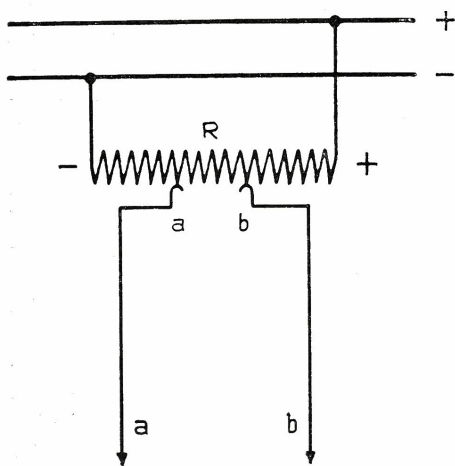


Abb. 2. Spannungsteiler

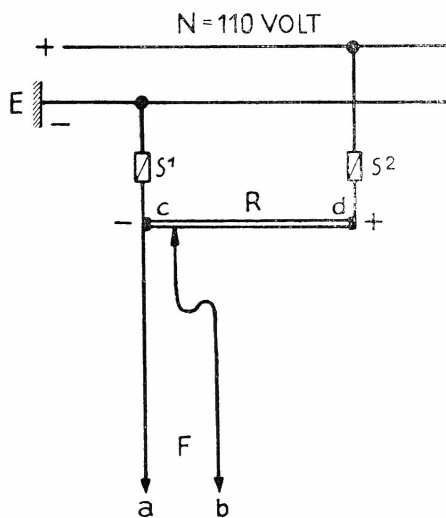


Abb. 3. R i c h t i g e r Anschluß des Vorschaltwiderstandes im ungeerdeten Leiter

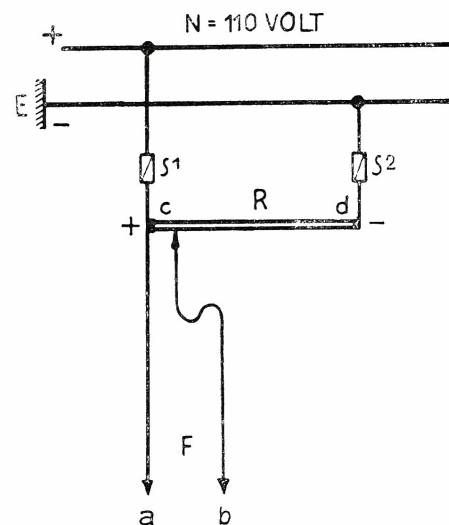


Abb. 4. F a l s c h e r Anschluß des Vorschaltwiderstandes im geerdeten Leiter

völlig einerlei, da er ja nur den Zweck hat, die Ladestromstärke auf einen gewissen Wert zu bringen oder, was dasselbe ist, einen gewissen Spannungsabfall hervorzurufen. Sobald aber die Akkumulatorenbatterie während des Ladens an eine Schwachstromanlage angeschlossen ist, muß man streng darauf achten, daß der Vorschaltwiderstand stets in den nichtgeerdeten Leiter des Ladestromkreises eingeschaltet wird; in dem geerdeten Leiter darf sich weder ein Widerstand noch ein Ausschalter befinden. Das gilt natürlich nicht nur für solche Schwachstromanlagen, die durch dauernd an die Starkstromleitung angeschlossene Akkumulatoren betrieben werden, sondern schlechtweg für jede direkt angeschlossene Fernmeldeanlage.

Schwachstrom- oder, wie man jetzt wohl richtiger sagt, Fernmeldeanlagen besitzen gewöhnlich nicht die hohen Isolationswerte vorschriftsmäßig verlegter Starkstromanlagen. Die Isolation der Leitungen und der stromführenden Teile in den Apparaten ist häufig recht minderwertig, und als Isoliermaterial wird vielfach nur Holz angewandt.

Die Gefahr, daß Fernmeldeanlagen an irgendeiner Stelle der Leitung oder in den Apparaten selbst eine unbeabsichtigte leitende Verbindung mit der Erde, einen sogenannten Erdschluß, bekommen, ist demnach nicht gering, und deshalb ist die Vorschrift erlassen worden, daß der Anschluß von Fernmeldeanlagen nur an solche Starkstromnetze zulässig ist, die einen betriebsmäßig geerdeten Leiter haben. Der Anschluß nach Abbildung 2 ist also unzulässig, weil kein Leiter des Starkstromnetzes betriebsmäßig geerdet ist.

Immerhin würde aber der Anschluß in der Weise, wie er in der Abbildung 2 dargestellt ist, noch am wenigsten gefährlich sein, weil bei einem etwaigen Erdschluß der Leitun-

gen a und b immer noch ein Teil, fast die Hälfte des Widerstandes R eingeschaltet bliebe.

Bei Starkstromnetzen, die einen betriebsmäßig geerdeten Leiter haben, muß der Anschluß stets nach Abbildung 3 hergestellt werden. N ist ein Gleichstromnetz von 110 Volt, dessen — Pol betriebsmäßig geerdet ist. Der a -Leiter der Schwachstromleitung E führt direkt zu dem geerdeten — Pole der Starkstromleitung, während der b -Leiter an irgendeiner Stelle des Widerstandes R abgezweigt ist. Bekommt b Berührung mit Erde, also mit a , so wird wohl die angeschlossene Fernmeldeanlage außer Betrieb gesetzt, aber sonst geschieht nichts weiter. Weil das Stück c des Widerstandes R kurzgeschlossen wird, erhöht sich nur die Stromstärke in dem Teil d des Widerstandes um ein Geringes, was für den Bestand der Anlage völlig bedeutungslos ist.

In Abbildung 4 sind die Anschlußdrähte verwechselt worden. Der durchgehende Leiter a ist anstatt an den geerdeten Leiter E an den Außenleiter geführt worden. Tritt bei a ein Erdschluß ein, so brennt die Sicherung S^1 durch.

Das ist an und für sich auch noch nicht weiter gefährlich; nach Beseitigung des Erdschlusses und Einsetzen einer neuen Sicherung wäre die Anlage wieder betriebsfähig. Nun gibt es aber manche Leute, welche glauben, eine Sicherung sei dazu da, um mit einem möglichst dicken Drahte überbrückt zu werden. (Leider! Trotz wiederholten Hinweises auf das Unsinnige eines solchen Verhaltens von seiten der Fachleute.) Ist die Sicherung S^1 überbrückt, und tritt bei a ein Erdschluß ein, so schmilzt im günstigsten Falle eine weiter vor S^1 liegende Sicherung, evtl. die Hauptsicherung ab, oder es brennt die Leitung an irgendeiner schwachen Stelle durch. Zerstörung der ganzen Anlage, sogar ein Schadenfeuer kann die Folge sein.

Der Anschluß nach Abbildung 3 ist aber völlig gefahrlos, und es kann die Sicherung S^1 überhaupt wegbleiben.

Es ist also beim Anschluß von Schwachstromanlagen an Starkstromnetze streng darauf zu achten, daß der Vorschaltwiderstand stets im ungeerdeten Leiter liegt und die geerdete Leitung direkt ohne Zwischenschaltung von Widerständen, Ausschaltern und dergleichen bis in die Schwachstromleitung durchgeführt wird.

Welcher Leiter eines Starkstromnetzes geerdet ist, kann leicht festgestellt werden. Man nimmt eine mit einer Fassung und zwei Drähten versehene Glühlampe und verbindet den einen Draht mit der Wasserleitung; mit dem andern berührt man erst den einen, dann den anderen Draht der Starkstromleitung. Die Lampe brennt nur, wenn sie mit dem Außenleiter in Verbindung gebracht wird. Bei Berührung mit dem anderen Starkstromdrahte brennt sie nicht; dieser Draht ist der geerdete Leiter. Wie man bei richtig angeschlossener Spannungsteiler eine Fernmeldeleitung, z. B. eine gewöhn-

liche Klingelanlage, anschließt, zeigt Abbildung 5. Man legt den Druckknopf *Dr.* in den nicht geerdeten Leiter der Schwachstromleitung.

Bei Uhrenanlagen, die an ein Gleichstrom führendes Starkstromnetz angeschlossen werden sollen, ist die Sache noch ein wenig komplizierter. Erstens verlangt eine Uhrenanlage unbedingt eine Batterie; denn die Anlage muß weitergehen, auch wenn die Starkstromanlage vorübergehend einmal stromlos wird; zweitens sind Uhrenanlagen gewöhnlich so eingerichtet, daß durch die Kontaktvorrichtung der Hauptuhr die Nebenuhrenleitung zwischen zwei Kontakten kurzgeschlossen, dann aber auch der Strom bei jedem Kontakt gewendet wird, so daß bei Uhrenleitungen bei dem ersten Kontakte erst eine Leitungsdraht, beim zweiten dagegen der andere an Erde liegt. Es ist demnach bei Uhrenanlagen, die an ein Starkstromnetz angeschlossen werden, nicht nur auf richtigen Anschluß der Ladevorrichtung für die Akkumulatoren, sondern auch noch auf richtigen Anschluß der Hauptuhr zu achten.

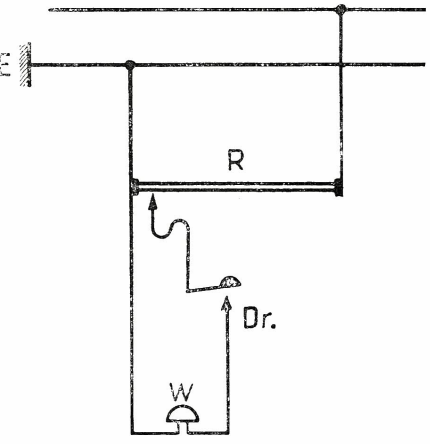


Abb. 5. Anschluß einer Klingelanlage an das Starkstromnetz. *W* = Wecker, *Dr.* = Druckknopf, *R* = Vorschaltwiderstand, *E* = Erde

Und noch etwas ist zu beachten. Ist das Gleichstromnetz ein Dreileiternetz, so ist in der Regel der Mittelleiter geerdet. Von den beiden Außenleitern ist einer der Pluspol, der andere der Minuspol. Je nachdem, welcher Außenleiter in ein Haus eingeführt ist, bildet der geerdete Mittelleiter einen Pluspol oder einen Minuspol, worauf natürlich beim Laden von Akkumulatoren zu achten ist. Der Pluspol der

reagenspapier rot färbt, ist der Minuspol. Auch mit einem Drehspulinstrumente kann man leicht die Pole bestimmen.

In den nachstehenden Schaltbildern ist angenommen, daß die Akkumulatoren immer richtig angeschlossen sind. Die Pole sind also nirgends verwechselt, nur ist mitunter die Ladevorrichtung unrichtig angeschlossen.

In Abbildung 6 ist ein richtiger Anschluß der Ladevorrichtung und der Hauptuhr dargestellt. Der Minuspol — der Mittelleiter ist hier Minuspol, da er mit dem +-Außenleiter des Dreileiternetzes kombiniert ist — ist geerdet und führt direkt über die Sicherung *S*₁ nach dem Mittelkontakt in der Hauptuhr *HU*. Die beiden Leiter der Nebenuhrenleitung liegen also ebenfalls an Erde. Eine Spannung zwischen der Nebenuhrenleitung und Erde kann zwischen zwei Kontakten nicht auftreten. Der Außenleiter des Netzes führt über den Widerstand *R* und über die Sicherung *S*₂ nach der Kontaktfahne *C* der Hauptuhr *HU*. Vor den beiden Sicherungen ist die Batterie *B* dauernd eingeschaltet.

In der Nebenuhrenleitung *UL* können nun folgende Störungen auftreten: 1. Unterbrechung; 2. direkte Berührung der beiden Leiter *a* und *b*, also Kurzschluß; 3. Berührung eines oder beider Leiter mit Erde, also Erdschluß.

Der erste Fall interessiert uns hier nicht weiter; es bleiben einfach die hinter der Unterbrechungsstelle liegenden Uhren stehen. Im zweiten Falle entsteht ein Kurzschluß, die Sicherungen *S*₁ und *S*₂ schmelzen ab. Der dritte Fall ist für uns der interessanteste. Bekommt z. B. der *a*-Leiter Erdschluß, so bleiben zwar alle Nebenuhren stehen, aber weiter geschieht nichts; dasselbe ist der Fall, wenn der *b*-Leiter Erdschluß bekommt. Es bleiben die Uhren stehen, weil der Strom während der Betätigung von der Kontaktfahne über den Erdschluß nach der Erde gelangen kann. Dabei wird allerdings die Sicherung *S*₂ abschmelzen, aber ein Übertreten der Netzspannung in die Uhrenleitung ist ausgeschlossen; denn zwischen der Kontaktvorrichtung und dem Außenleiter ist der Widerstand *R* eingeschaltet, welcher eine gefährliche Spannung nicht auftreten läßt.

In Abbildung 7 liegen die Verhältnisse genau so, nur ist hier der andere Außenleiter, der Minuspol, eingeführt, und der

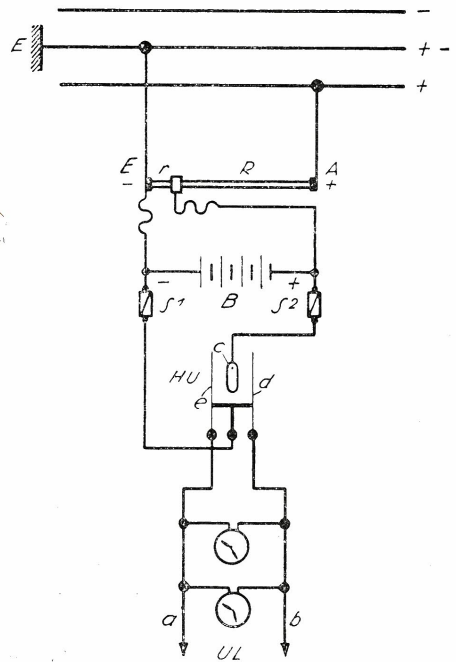


Abb. 6. Richtiger Anschluß der Ladevorrichtung und der Hauptuhr. -- Pol geerdet

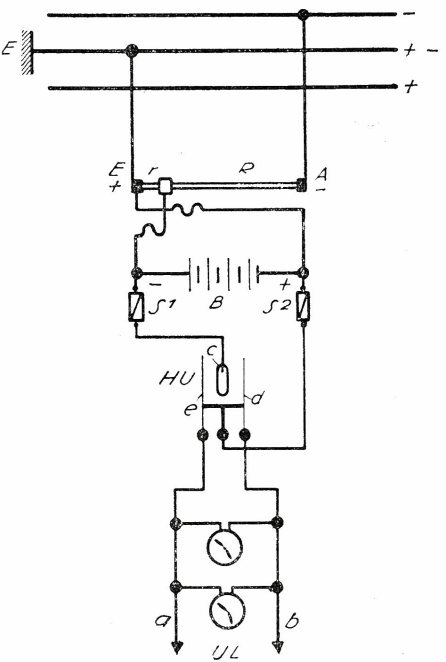


Abb. 7. Richtiger Anschluß der Ladevorrichtung und der Hauptuhr. +- Pol geerdet

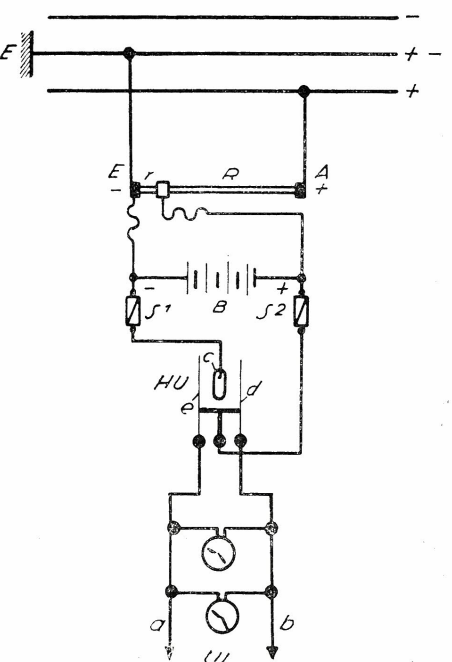


Abb. 8. Richtiger Anschluß der Ladevorrichtung falscher Anschluß der Hauptuhr. -- Pol geerdet

Starkstromleitung muß stets an den Pluspol der Akkumulatorenbatterie angeschlossen werden.

Wie man die Pole sucht, dürfte bekannt sein. Man hält einfach die beiden Drähte in nicht zu großer Entfernung voneinander auf ein Stück angefeuchtetes Polreagenspapier. (Vorsicht! Nicht Kurzschluß machen!) Der Draht, der das Pol-

geerdete Mittelleiter ist hier der Pluspol. Es ist nur beim Anschluß der Batterie auf die Pole zu achten. Der Mittelleiter führt auch hier direkt nach dem Mittelkontakte der Hauptuhr. Bei eingetretenem Erdschluß schmilzt die Sicherung *S*₁ ab, bei Kurzschluß brennen beide durch. Es ist klar, daß auch hier eine gefährliche Überspannung nicht

auftreten kann, weil immer der Widerstand R vorgeschaltet ist. Bei Kurzschluß schmelzen die Sicherungen durch den Batteriestrom ab, nicht durch den Starkstrom.

Bei richtig ausgeführten Anschlüssen besteht kein Spannungsunterschied zwischen den beiden Leitern der Nebenuhrleitung und Erde, und während eines Kontaktes tritt in dem einen Leiter gegen den anderen und gegen Erde keine höhere als die Batteriespannung auf.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn wie in Abbildung 8 zwar die Ladevorrichtung richtig, die Hauptuhr dagegen falsch angeschlossen wird. Eine Überspannung allerdings kann auch hierbei nicht auftreten, da der Widerstand R vorschriftsmäßig im Außenleiter liegt, aber die Nebenuhrleitung steht ständig unter Spannung gegen Erde. Tritt bei a oder b ein Erdschluß ein, so brennt die Sicherung S^2 durch.

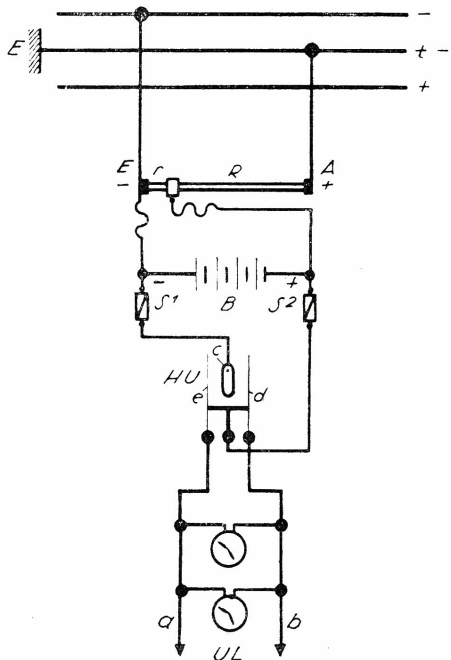


Abb. 9. Falscher Anschluß der Ladevorrichtung. +- Pol geerdet

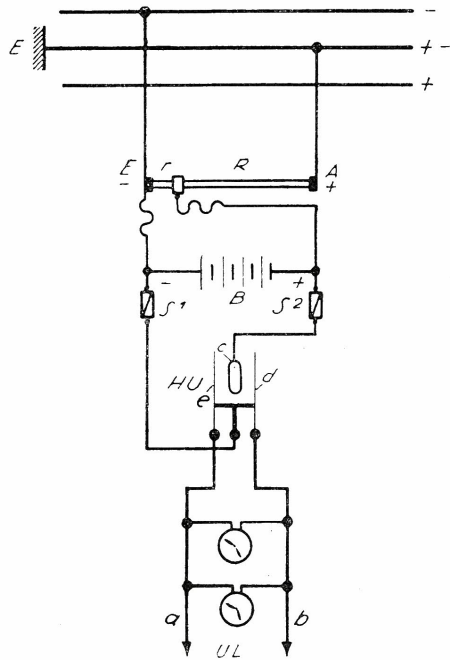


Abb. 10. Falscher Anschluß der Ladevorrichtung. +- Pol geerdet

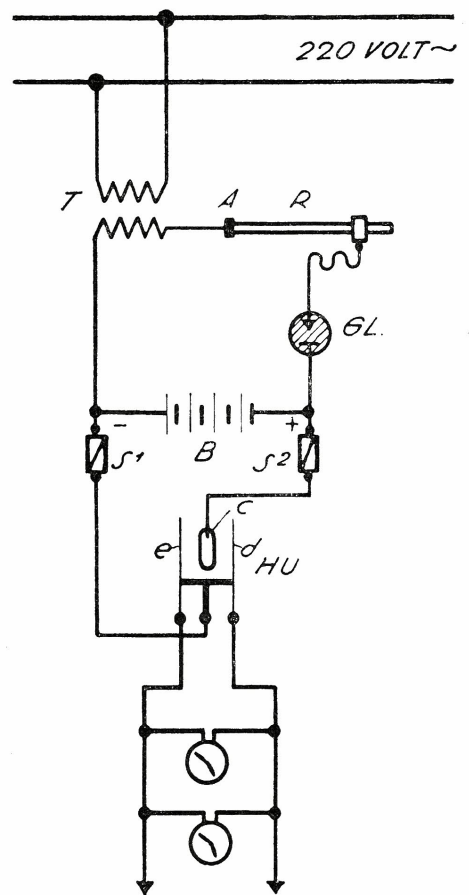


Abb. 11. Anschluß einer Uhrenanlage an ein Wechselstromnetz über Transformator und Glimmlampe. T = Transformator, R = Vorschaltwiderstand, GL = Glimmlampe

d. h. wenn eine solche vorhanden ist. Ist der Erdschluß nur gering, so entladet sich die Batterie. Man kann leicht feststellen, ob die Hauptuhr richtig angeschlossen ist. Ein mit dem einen Pol an Erde, mit dem anderen an die Anschlußklemmen einer Nebenuhr angelegtes Voltmeter darf keine Spannung anzeigen.

Gefährlich wird die Sache aber, wenn, wie in Abbildung 9, die Ladevorrichtung falsch angeschlossen wird, so daß der Widerstand dem geerdeten Leiter vorgeschaltet und der Außenleiter durchgeführt ist. Tritt bei dieser Anordnung bei a oder b ein Erdschluß ein, so erhitzt sich der kleine Teil des Widerstandes R stark. Der Widerstand kann verbrennen und unter Umständen eine Feuergefahr hervorrufen. Liegt der Erdschluß bei a und hebt die Kontaktfahne c die rechte Feder d ab, so besteht die Gefahr, daß die Magnetspulen der Nebenuhren verbrennen. Wird beim nächsten Kontakt die Feder a abgehoben, so entsteht ein Kurzschluß, und die Leitung a verbrennt an der schwächsten Stelle. Ähnlich sind die Wirkungen des falschen Anschlusses in Abbildung 10. Hier ist der durchgehende Leiter wohl richtig an den Mittelkontakt der Hauptuhr geführt, aber der durchgehende Leiter ist der Außenleiter und nicht der geerdete. Hier brennt die Leitung sofort an irgendeiner schwachen Stelle durch, wenn bei a oder b Berührung mit der Erde auftritt. Die Uhrenleitung steht ständig unter der vollen Netzspannung gegen Erde.

Es ist nicht allgemein gebräuchlich, Schwachstromanlagen durch Schmelzsicherungen zu schützen. Gewöhnliche kleine Fernmeldeanlagen und auch kleine Uhrenanlagen, die mit galvanischen Elementen und mit niedriger Spannung betrieben werden, bedürfen auch nicht unbedingt dieses

Schutzes. Dagegen empfiehlt sich der Einbau von Schmelzsicherungen immer bei Anlagen, die mit Akkumulatoren betrieben werden; bei solchen Uhrenanlagen, die dauernd mit einer Starkstromleitung direkt verbunden sind, ist der Einbau von Sicherungen (S^1 und S^2) unbedingt erforderlich.

Ein falscher Anschluß, wie ihn die Abbildungen 9 und 10 zeigen, kann sich auch sehr unliebsam bemerkbar machen, wenn die Leitung völlig erdschlußfrei ist. Die Werke der Hauptuhren haben fast alle Körperschluß, d. h. ein Pol der Batterie ist direkt an das Werk gelegt. Bei einer nach Abbildung 9 falsch angeschlossenen Hauptuhr wird man einen starken Schlag bekommen, wenn man mit der Hand das Uhrwerk berührt, z. B. die Zeiger richtig stellen will. Auch aus diesem Grunde ist es notwendig, stets auf den richtigen Anschluß der Ladevorrichtungen zu achten. Der Vorschalt-

widerstand gehört immer in den Außenleiter, und die Hauptuhr muß so angeschlossen werden, daß die Nebenuhrleitung gegen Erde keine Spannung zeigt. Die richtigen Anschlüsse zeigen die Abbildungen 6 und 7.

Beim Anschluß einer Akkumulatorenbatterie mit Ladevorrichtung an ein Wechselstromnetz ist im übrigen genau so zu verfahren wie bei Gleichstromnetzen. Nur muß der Wechselstrom erst in Gleichstrom umgeformt werden, was am einfachsten durch Vorschalten einer Glimmlampe geschehen kann.

Eine Glimmlampe (GL in Abbildung 11) hat die Eigenschaft, daß sie den Strom nur in einer Richtung passieren läßt. Man kann also einem Wechselstromnetze Gleichstrom entnehmen, wenn man in den Ladestromkreis eine Glimmlampe einschaltet.

Die Glimmlampen lassen eine Ladestromstärke bis zu 200 Milliampere durch. Sie benötigen eine Wechselstromspannung von 220 Volt. Hat das Wechselstromnetz niedrigere Spannung, so muß man diese durch einen kleinen Transformator auf 220 Volt hinauftransformieren. Das Zwischenschalten eines Transformators, wie es Abbildung 11 zeigt, ist auch zu empfehlen, wenn die Netzspannung schon 220 Volt beträgt. Ein solcher Transformator muß dann im Verhältnis 1 : 1 gewickelt sein. Man erreicht durch ihn eine völlige elektrische Trennung der Uhrenanlage vom Starkstromnetze.