

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 8 (1930)

**Heft:** 2

**Artikel:** Ueber Akkumulatoren = Les accumulateurs

**Autor:** Kämpfer, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873683>

### **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:** 06.04.2026

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

# Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

**Bulletin Technique**

Publié par l'Administration des  
Télégraphes et des Téléphones suisses



**Bollettino Tecnico**

Publicato dall'Amministrazione  
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

## Inhalt. — Sommaire. — Sommario.

Ueber Akkumulatoren. Les accumulateurs. — Die Erstellung oberirdischer Abonnementeneinführungen. Introduction des fils aériens dans les postes d'abonnés. — Einfluss der Feuchtigkeit auf Telephonzentralen. — Voies auxiliaires et voies de secours. — Arrêt du Tribunal administratif fédéral en matière d'octroi de concessions aux installateurs-électriciens pour le montage des lignes intérieures des installations téléphoniques. — Verschiedenes. Divers: La Mise en service de la centrale automatique du Stand à Genève. — Une station de T. S. F. à la disposition de la Société des Nations. — Accroissement du nombre des postes téléphoniques de 1919 à 1928 en Estonie. — Gespräch zwischen Flugzeug und Meerschiff. — Totentafel. Nécrologie: Emil Nater, alt Telegraphenchef, Bern. — Personalnachrichten. Personnel. Personale. —

### Ueber Akkumulatoren. \*)

Von J. Kämpfer, Bern.

Von dem Zeitpunkt an, wo die Dynamomaschine in gewerblichen und industriellen Betrieben praktisch verwendet wurde, machte sich in erhöhtem Masse das Bedürfnis geltend, die Elektrizität sicher aufzuspeichern, ähnlich wie das Wasser im Reservoir und das Gas im Gasometer aufgespeichert wird. Man suchte daher nach einem elektrischen Akkumulator. Der grundlegende Gedanke für die Herstellung eines Akkumulators ging im Jahr 1799 von Ritter aus. Er baute auf Grund der bekannten Erscheinung der Polarisation oder der elektrischen Ladung ein Sekundärelement. Die Ladefähigkeit dieses Akkumulators war jedoch unbedeutend und liess keine praktische Verwendung zu. Nachdem sich bereits zahlreiche Erfinder ohne Erfolg mit dem Problem abgegeben hatten, gelang es im Jahr 1859 dem französischen Physiker Gaston Planté, einen brauchbaren Akkumulator herzustellen. Aber auch mit diesem Apparat liessen sich nur unbedeutende Mengen von Elektrizität aufspeichern. Zudem beanspruchte die Herstellung der Elektroden so viel Zeit, dass, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, der Akkumulator von Planté für die Praxis keine Vorteile zu bieten vermochte. Mit der Verbesserung der Dynamomaschine und der damit verbundenen weiteren Benützung der Elektrizität zu industriellen Zwecken wurde die Frage der Verwendung leistungsfähiger Akkumulatoren immer dringlicher. Nun kam Camille Faure, ein Schüler Plantés, auf den Gedanken, die Elektroden vor ihrem Einsetzen in die Zelle mit einer sauerstoffhaltigen Bleiverbindung wie Mennige, Bleioxyd

\*) Einige der verwendeten Klischees sind uns von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon in zuvorkommender Weise zur Verfügung gestellt worden.

### Les accumulateurs. \*)

Par J. Kämpfer, Berne.

Depuis que la machine dynamoélectrique a trouvé une application pratique dans les entreprises industrielles et commerciales, la création d'un accumulateur devenait de plus en plus nécessaire pour accumuler de l'énergie électrique comme on accumule de l'eau dans un réservoir ou du gaz dans un gazomètre. On chercha dès lors à mettre au point un accumulateur électrique. Ce fut Ritter qui, en 1799, émit l'idée fondamentale devant permettre la réalisation de l'accumulateur et qui, sur la base du phénomène bien connu de la polarisation ou charge électrique, réussit à construire un élément secondaire. Cet élément, accumulateur de faible rendement, ne se prêtait toutefois à aucun emploi pratique. De nombreux inventeurs ayant échoué dans leurs tentatives de perfectionner cet accumulateur, Gaston Planté, physicien français, eut la bonne fortune, en 1859, de construire un accumulateur utilisable, ne permettant toutefois d'accumuler que de faibles quantités d'énergie électrique bien que la confection des électrodes fût très laborieuse. Ainsi, au point de vue économique, l'accumulateur Planté ne présentait aucun avantage positif. La machine dynamoélectrique ayant par la suite subi de nombreux perfectionnements qui permirent de multiplier les possibilités d'emploi de l'électricité à l'industrie, il devenait toujours plus indispensable de trouver un accumulateur d'un bon rendement. Camille Faure, élève de Planté, eut l'idée d'écourter la durée de formation des électrodes en leur appliquant une couche d'oxyde de plomb, minium ou litharge. Ce procédé lui permit de réaliser le premier accumulateur

\*) La fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon a obligeamment mis à notre disposition quelques-uns des clichés reproduits dans le présent article.

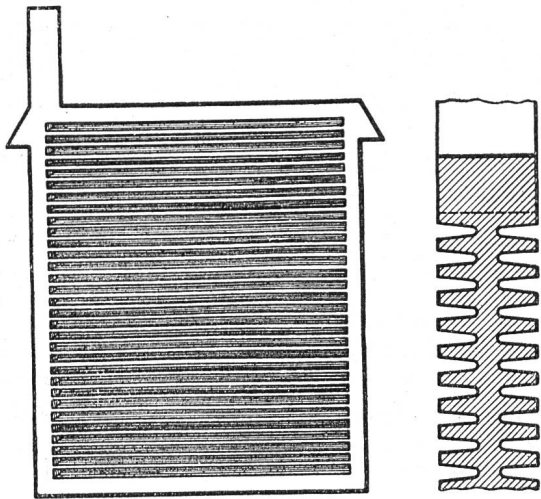


Fig. 1. Rippenplatte. — Plaque gaufrée.

und dergleichen zu versehen, um dadurch das Formierungsverfahren abzukürzen. Nach diesem Verfahren baute Faure den ersten brauchbaren Akkumulator. Ihm gebührt daher das Verdienst, den prinzipiellen Aufbau des heute gebräuchlichsten Akkumulators angegeben zu haben. Im Verlauf der Jahre sind zahlreiche Blei-Akkumulatoren-Typen hergestellt worden, die sich indessen in der Hauptsache nur im innern Aufbau, nicht aber im Prinzip voneinander unterschieden. Man suchte nach dauerhaften Elektroden, deren Aufnahmefähigkeit (Kapazität) bei kleiner Platzbeanspruchung möglichst gross sein sollte. Es würde zu weit führen, hier die verschiedenen Arten von Konstruktionen zu beschreiben. Immerhin sei noch das Tudorsche Verfahren erwähnt, das gewissermassen eine Vereinigung der Vorschläge von Faure und Planté bildet.

*Positive Platten.* Um eine wirksame Oberfläche zu erhalten und die Kapazität entsprechend zu erhöhen, wurde die positive Elektrode, wie Fig. 1 zeigt, zur Rippenplatte umgestaltet. Diese wurde dann durch mehrmaliges Laden und Entladen bis zu einem bestimmten Grade formiert. Zur Erreichung der vollen Kapazität wurde zwischen die Rippen aktive Masse gestrichen. Die Masse bröckelte zwar im Laufe der Zeit heraus; dafür wurden aber die obersten Schichten des Bleies nach und nach formiert, so dass sich schliesslich wieder eine reine Plantéplatte bildete. Seit dem Jahre 1896 hat man ein Schnellverfahren, die sogenannte Schnellformierung, eingeführt. Die wirksame Schicht wird auf den positiven Platten nach dem Plantéverfahren erzeugt. Die aus reinem Blei gegossenen Platten werden in verdünnter Schwefelsäure unter Zuhilfenahme von bleilösenden Substanzen wie Salpeter, Salz- und Chlorsäure formiert. Nach der Formierung müssen die Platten von Fremdstoffen gut gereinigt werden, weil sie sonst leicht zerstört würden. In der Regel wird mit der Reinigung der Platten eine schwache Entladung verbunden, damit sich die positive Platte der unformierten negativen besser anpassen kann. In diesem Zustand sind die Platten zum Zusammenbau zu Elementen und

vraiment utilisable. C'est donc à Faure que nous redevons le principe appliqué encore actuellement aux accumulateurs les plus répandus. Quoique la forme et certaines dispositions des différents accumulateurs que nous avons aujourd'hui varient beaucoup d'un type à l'autre, tous sont basés sur le même principe. Ces premiers résultats réalisés, on chercha à obtenir des électrodes durables dont la capacité soit grande par rapport aux dimensions. La description des différents types d'accumulateurs employés jusqu'à ce jour ne rentre pas dans le cadre de cet article; nous nous bornerons à citer le procédé Tudor, qui se base sur les deux méthodes de Planté et de Faure.

*Plaques positives.* Pour accroître la surface active des électrodes positives et augmenter par là la capacité des accumulateurs, on a trouvé qu'il était avantageux de gaufrer les plaques positives comme le montre la figure 1. On les soumettait à des charges et décharges successives jusqu'à ce qu'elles aient atteint un certain degré de formation. En vue de donner aux plaques leur capacité maximum, on remplissait ensuite de matière active les interstices du gaufrage. Cette matière, il est vrai, s'effritait peu à peu mais, entre temps, les couches extérieures du plomb s'étaient formées graduellement, et finalement on obtenait une plaque Planté. Depuis 1896, on applique un procédé de formation rapide. La couche active des plaques positives est formée d'après le procédé Planté. A cet effet, on forme les plaques de plomb pur dans un bain d'acide sulfurique dilué contenant des substances dissolvant le plomb telles que le salpêtre, les acides chlorhydriques et chloriques. Après la formation, les plaques sont débarrassées des corps étrangers, afin de les préserver de détérioration prématurée. En règle générale, on décharge légèrement les plaques positives pour qu'elles s'adaptent mieux aux négatives qui ne sont pas formées. Ainsi préparées, les plaques sont prêtes au montage et à l'expédition. Pendant la première charge, dont la durée dépasse plusieurs fois celle des

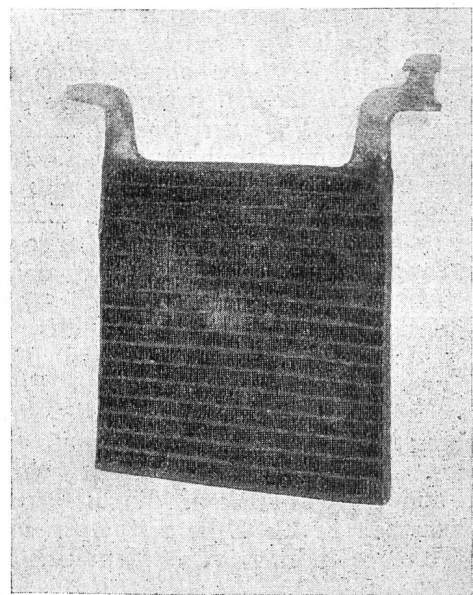


Fig. 2. Positive Platte, Ansicht. — Plaque positive en élévation.

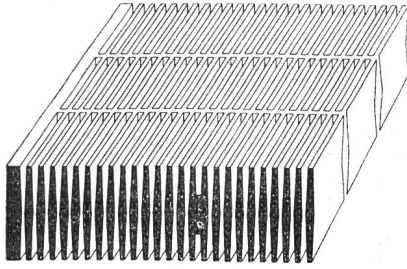


Fig. 3. Positive Platte, Querschnitt. — Plaque positive en coupe.

zum Versand bereit. Bei der ersten Ladung, die ein Mehrfaches der sonstigen Ladezeit beansprucht, werden dann die Platten zugleich formiert. In Fig. 2 ist die Ansicht und in Fig. 3 der Querschnitt einer positiven Platte für grosse Sammler, wie sie von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon geliefert werden, dargestellt. Man nennt eine solche gerippte Platte eine GROSSOBERFLÄCHENPLATTE. Mit der Zeit dringt die Schwefelsäure immer tiefer in den Bleikern ein, bis dieser ganz durchformiert ist. Damit ist der Urstoff, das Blei, aufgebraucht und das Ende der Gebrauchsdauer erreicht.

*Negative Platte.* Als negative Platten werden allgemein Masseplatten, auch pastierte Platten genannt, verwendet. Sie bestehen aus einem gegossenen Bleirahmen mit fachwerkartigem Gitter aus Hartblei mit Antimonzusatz. Die Masse ist in der Hauptsache Bleiglätte, Pb O. Sie wird mit Schwefelsäure und Zusätzen von Glycerin, Harz usw. zu einem Brei, auch Paste genannt, angerührt und in das Gitter gepresst. Das ausgefüllte Gitter wird dann auf beiden Seiten mit perforierten Bleiplatten von etwa 1 mm Dicke abgeschlossen.

Fig. 4 zeigt eine Platte in der Ansicht, Fig. 5 eine solche im Querschnitt. Bei der Herstellung werden diese Platten nicht formiert. Die Masse wird erst bei der ersten Dauerladung in wirksame Masse oder schwammiges Bleisulfat verwandelt. Da das fein zerteilte Blei an der Luft leicht oxydiert, lassen sich solche Platten nur unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßnahmen transportieren. Negative Platten, die aus den Elementen herausgenommen und versandt werden sollen, sind mit destilliertem Wasser gut abzuspülen und an der Luft zu trocknen. Sollen die Platten an Ort und Stelle aufbewahrt werden, so ist es besser, sie in geladenem Zustand in verdünnter Schwefelsäure zu belassen. Im Betrieb verliert die Masse mit der Zeit an

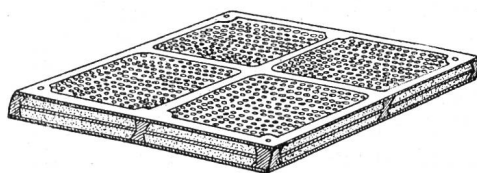


Fig. 5. Negative Platte, Querschnitt. — Plaque négative en coupe.

charges subséquentes, les plaques se forment graduellement. La figure 2 représente une plaque positive en élévation et la figure 3 une en coupe. Les plaques de ce genre sont utilisées dans les accumulateurs de grande capacité, comme ceux que livre la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon; on les appelle aussi plaques à grande surface. Peu à peu l'acide sulfurique pénètre dans le plomb jusqu'à ce que la plaque soit complètement formée. A ce moment, la matière primitive, le plomb, est consommée et la durée d'emploi de l'accumulateur touche à sa fin.

*Plaques négatives.* Comme plaques négatives, on emploie en général des plaques à grillage rempli de pâte d'oxydes; on les appelle également plaques à pastilles. Les plaques négatives se composent d'un cadre de plomb dur antimonié entourant la grille. La pâte qui est pressée entre les barres du grillage contient surtout de la litharge PbO additionnée d'acide sulfurique, de glycérine, de poix, etc. La grille ainsi remplie est ensuite fermée par deux plaques de plomb perforées de 1 mm d'épaisseur.

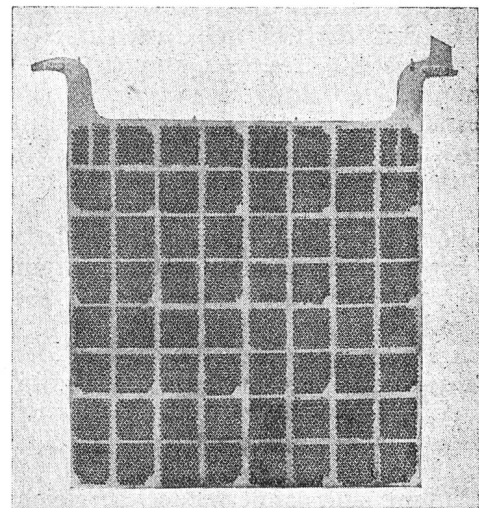


Fig. 4. Negative Platte, Ansicht. — Plaque négative en élévation.

La figure 4 montre une électrode en élévation, la figure 5 la représente en coupe. Ces électrodes n'étant pas formées lors de la fabrication, ce n'est qu'au cours de la première charge de formation que la pâte est transformée en matière active ou plomb spongieux. Comme le plomb finement réparti s'oxyde rapidement à l'air, le transport des plaques formées exige certaines précautions. Si des plaques négatives doivent être sorties des bacs pour être expédiées, on aura soin de bien les laver à l'eau distillée puis de les sécher à l'air. Lorsqu'elles doivent être gardées sur place, on les laissera de préférence dans de l'acide sulfurique dilué en veillant à ce qu'elles soient légèrement chargées. A mesure que les plaques sont utilisées, la pâte perd peu à peu son élasticité; elle se concentre et se transforme en particules de plomb qui, augmentant en nombre, rendent la masse inactive et réduisent sa capacité.

Pour les petits accumulateurs transportables, on emploie en général comme électrodes positives des plaques constituées de pâte à oxyde. Par rapport aux plaques à grande surface, elles présentent l'avantage

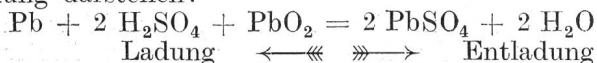
Elastizität; sie schrumpft (sintert) zu festen Bleiteilen zusammen, die nach und nach an Zahl zunehmen. Dadurch wird die Masse unwirksam, und die Platte verliert an Kapazität.

Für transportable kleine Sammler werden als positive Elektroden meist Masseplatten verwendet. Gegenüber den GROSSOBERFLÄCHENPLATTEN bieten sie den Vorteil, dass sie ausserordentlich viel wirksame Masse besitzen und deshalb eine grössere Kapazität haben. Sie dürfen aber nur mit schwachen Strömen belastet werden. Ihre Lebensdauer ist bedeutend geringer als diejenige der GROSSOBERFLÄCHENPLATTEN.

Zu dieser Gattung von Elementen gehört das Accometelement, von dem Fig. 6 die negative, Fig. 7 die positive Platte zeigt. Die Erfahrungen mit Accometelementen haben gezeigt, dass eine Ueberlastung nicht zulässig ist.

*Chemische Vorgänge.* Stellt man zwei Bleiplatten in verdünnte Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ), so bedecken sie sich in kurzer Zeit mit einer dünnen Schicht von Bleisulfat ( $PbSO_4$ ), das die wirksame Masse darstellt. Schickt man durch eine solche Zelle Gleichstrom, so wird die Schwefelsäure in  $H_2$  und  $SO_4$  aufgelöst. Die  $SO_4$ -Teilchen wandern zur positiven Platte und bilden dort Bleisuperoxyd ( $PbO_2$ ) und Schwefelsäure ( $2H_2SO_4$ ). Die  $H$ -Teilchen gehen an die negative Platte und verbinden sich dort mit dem Säurerest  $SO_4$  des Bleisulfates zu Schwefelsäure, so dass nur noch eine reine Bleielektrode übrig bleibt. Der Akkumulator enthält somit in geladenem Zustande Bleisuperoxyd an der positiven und reines Blei an der negativen Elektrode.

Bei der Entladung fliesst der Strom in entgegengesetzter Richtung durch die Zelle. Die  $H$ -Teile wandern zur positiven Platte zurück und bilden dort mit einem Teil des Sauerstoffes Wasser, während das übriggebliebene Bleioxyd ( $PbO$ ) von der Schwefelsäure in Bleisulfat umgewandelt wird. Am Ende der Entladung sind somit wieder die gleichen Stoffe vorhanden wie bei Beginn der Ladung. Der ganze Umwandlungsprozess lässt sich durch folgende Gleichung darstellen:



Aus der Gleichung können nicht nur die beim Laden und Entladen entstehenden Stoffe ermittelt, sondern auch die miteinander reagierenden Mengen errechnet werden. Näheres hierüber ist in der Broschüre „Die Wirkungsweise der elektrischen Akkumulatoren“, herausgegeben von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon, zu finden.

*Zusammenbau.* Die verdünnte Schwefelsäure und die Elektroden werden mit Vorliebe in Glasgefässen mit rechteckiger Grundfläche untergebracht. Das Glas hat den Vorteil, dass es durchsichtig und säurefest ist und gleichzeitig als Isolator zum Aufhängen der Platten benützt werden kann. Je nach Grösse und Zweckbestimmung eines Akkumulators lässt sich aber nicht immer Glas verwenden. Sammler, die Stössen ausgesetzt sind, z. B. transportable Sammler, erhalten meistens Gefässe aus Hartgummi oder Zelluloid. Für grosse Zellen werden Holzkästen verwendet, die mit Bleiblech ausgeschlagen sind. Wie aus den Fig. 8 und 9 ersichtlich, werden die

de contenir beaucoup de matière active et d'avoir de ce fait une grande capacité. Par contre, elles ne peuvent être utilisées que pour des courants de faible intensité et leur durée d'utilisation est beaucoup moins élevée.

Dans cette catégorie d'éléments rentre également l'accumulateur accomet, dont la figure 6 montre l'électrode négative et la figure 7 l'électrode positive. Les expériences faites avec les accomets ont démontré que les accumulateurs de ce genre ne supportent pas les surcharges.

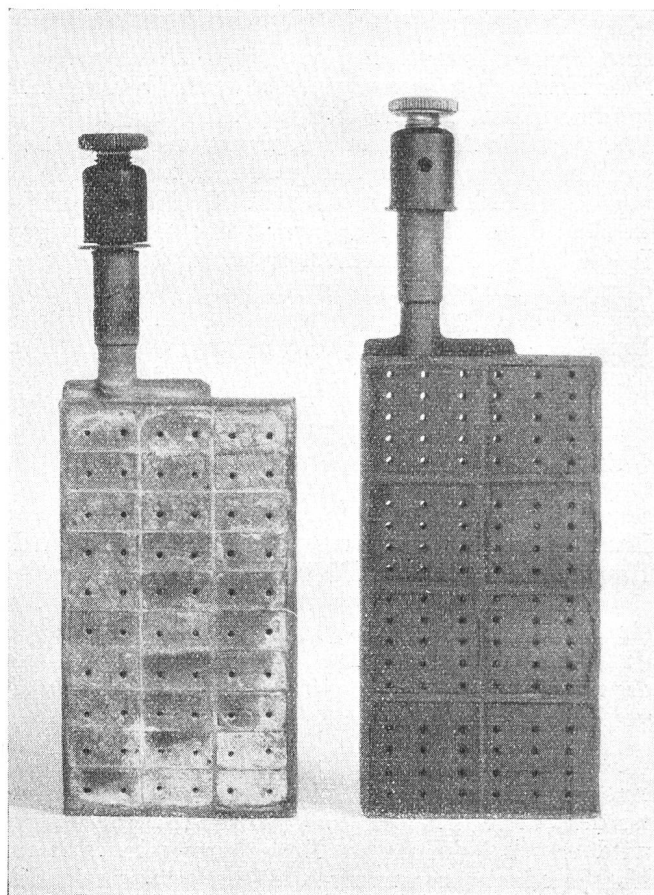


Fig. 6 und 7. Negative und positive Platte eines Accometelementes. — Plaques négative et positive d'un élément accomet.

*Phénomènes chimiques.* Deux plaques de plomb qui baignent dans l'acide sulfurique dilué ( $H_2SO_4$ ) se couvrent rapidement d'une mince couche de sulfate de plomb,  $PbSO_4$ , qui constitue la matière active. Si un courant continu traverse un élément de ce genre, l'acide sulfurique se décompose en  $H_2$  et  $SO_4$ . Les particules  $SO_4$  vont à l'électrode positive et y forment du bioxyde de plomb  $PbO_2$  et de l'acide sulfurique ( $2 H_2SO_4$ ). Les particules  $H$  se portent sur l'électrode négative et se combinent avec le reste  $SO_4$  du sulfate de plomb pour former de l'acide sulfurique si bien que l'on obtient de nouveau une électrode de plomb pur. Lorsqu'un accumulateur est chargé, on trouve donc du bioxyde de plomb à l'électrode positive et du plomb pur à la négative.

A la décharge, le courant circule en sens inverse dans l'élément; les particules  $H$  retournent à l'élec-

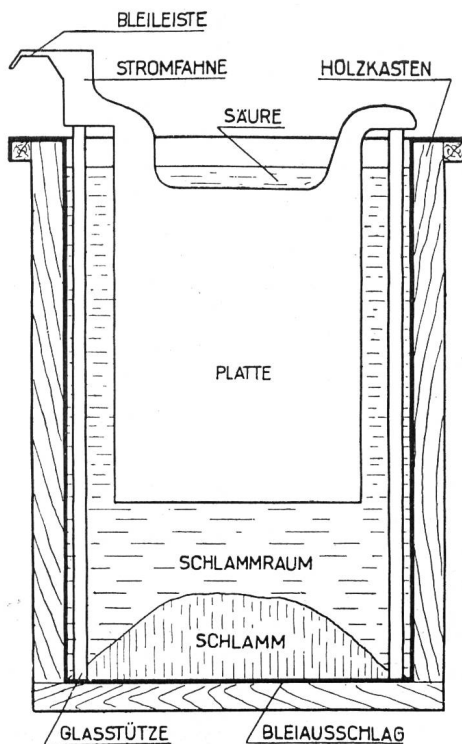


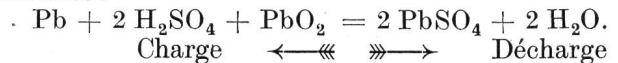
Fig. 8. Aufhängung der Platten.— Manière de suspendre les plaques.

Traduction: Bleileiste = barre de plomb.  
 Stromfahne = talon.  
 Holzkasten = récipient en bois.  
 Säure = acide.  
 Platte = plaque.  
 Schlammraum = place réservée aux dépôts.  
 Schlamm = dépôts.  
 Glasstütze = support en verre.  
 Bleiausschlag = chemise de plomb.

Platten in den Zellen meistens aufgehängt. Zum Aufhängen dienen zwei an den Platten angebrachte nasenartige Ansätze, die auf die Oberkante der Glaswände zu liegen kommen. Bei Holzkasten mit Bleifütterung werden die Platten durch zwei seitlich angebrachte Glasstützen gehalten. Zur Aufnahme des Schlammes, eines Gemisches aus Bleisulfat und Bleisuperoxyd, muss zwischen dem unteren Rand der Platten und dem Boden des Gefässes genügend freier Raum gelassen werden, weil sonst bei Berührung der herausgefallenen Masse mit den Platten eine Selbstentladung eintreten könnte.

Es kommt immer eine positive Platte zwischen zwei negative zu liegen, so dass die Zahl der negativen Elektroden um eine grösser ist als die der positiven. Die äussern Platten einer Zelle sind somit immer negativ (Fig. 10 und 11) und sind nur auf der Innenseite pastiert. Durch diese Anordnung wird eine einseitige Beanspruchung und ein einseitiges Verziehen der positiven Platten vermieden. Bei grösseren Akkumulatoren werden zwischen die Platten dünne, besonders präparierte Holzbrettchen als Separatoren eingeschoben. Man bezweckt damit, Kurzschlüsse zwischen den Elektroden soweit als möglich zu verhüten. Die Plattenfahnen werden durch seitliche Bleileisten miteinander verlötet (Fig. 8 und 9). Die Zellen

trode positive pour y former de l'eau en se combinant avec une partie de l'oxygène alors que l'oxyde de plomb (PbO) qui reste est transformé en sulfate de plomb par l'acide sulfurique. On retrouve donc à la fin de la décharge les mêmes substances qu'au commencement de la charge. Le phénomène de la transformation peut s'exprimer par la formule suivante:



Cette formule nous permet non seulement de déterminer les quantités de matière qui se forment à la charge et à la décharge, mais aussi de calculer celles qui réagissent entre elles. Pour obtenir des indications plus précises à ce sujet, on peut consulter la brochure intitulée „Le fonctionnement des accumulateurs électriques“ éditée par la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon.

*Montage.* Les électrodes et l'acide sulfurique dilué sont logés de préférence dans des bacs en verre à fond rectangulaire vu que le verre présente l'avantage d'être transparent, de résister aux acides et de servir en même temps d'isolateur pour suspendre les électrodes. Toutefois, suivant les dimensions et le but des accumulateurs, il arrive que les bacs en verre ne peuvent pas être employés et qu'il faut recourir aux bacs en celluloïd ou en ébonite; cela est notamment le cas pour les accumulateurs exposés à des secousses, comme les accumulateurs de véhicules. Lorsqu'il s'agit d'accumulateurs de grande

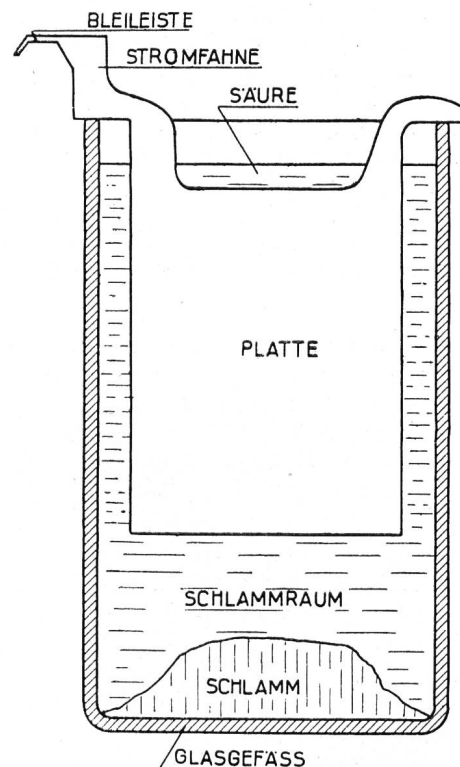


Fig. 9. Aufhängung der Platten.— Manière de suspendre les plaques.

Traduction: Bleileiste = barre de plomb.  
 Stromfahne = talon.  
 Säure = acide.  
 Platte = plaque.  
 Schlammraum = place réservée aux dépôts.  
 Schlamm = dépôts.  
 Glasgefäss = bac en verre.

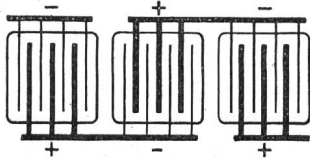


Fig. 10. Anordnung der Platten. — Manière de disposer les plaques.

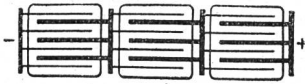


Fig. 11. Anordnung der Platten. — Manière de disposer les plaques.

werden mit Säure gefüllt, und zwar so, dass diese etwa 1 cm über die Oberkante der Platten steigt. Aufstellung, Füllung und erste Ladung von grossen Sammlern werden von der Lieferfirma am Aufstellungsort besorgt. Kleine Akkumulatoren werden gefüllt und geladen verschickt. Sie können vom Personal der Verwaltung ohne weiteres zu Batterien zusammengestellt werden.

Um das Verstauben der Flüssigkeit und das Ausspritzen von Säureteilchen zu verhindern, werden die einzelnen Zellen mit Glasplatten zugedeckt (Fig. 12). Eine noch bessere Abdeckung wird mit einer etwa 3 mm starken Oelschicht erreicht. Sie ist aber nur dort zu empfehlen, wo die Entlüftung der Räume auf grosse Schwierigkeiten stösst und in sehr feuchten Kellerräumen, wo die Schwefelsäure aus der Luft zuviel Wasser aufnimmt. Sie hat den Nachteil, dass sich das Oel mit der Zeit zu einer schwarzen, schmierigen Masse verdickt, die dann den Einblick in das Gefässinnere und auch das Ablesen der Säuredichte erschwert. Aus diesen Gründen sind wir in unserem Telephonbetrieb von der Oelabdeckung wieder abgekommen.

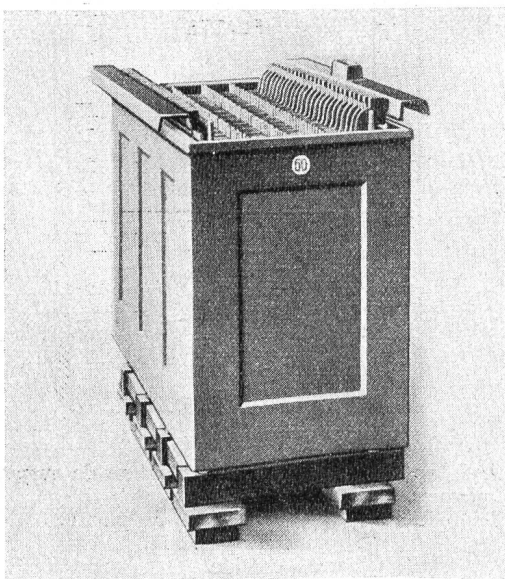


Fig. 13. Stationäre Akkumulatoren in Holzkasten. — Accumulateurs stationnaires dans récipient en bois garni d'une chemise de plomb.

dimension, on emploie des bacs en bois doublés de plomb. Comme il ressort des figures 8 et 9, les électrodes sont, dans la plupart des cas, suspendus par des talons ménagés à leur sommet et reposant sur le bord des bacs. Si les bacs sont en bois et doublés de plomb, les électrodes reposent sur des supports latéraux en verre. Entre la partie inférieure des électrodes et le fond des bacs, il faut prévoir une place suffisante pour que les dépôts, mélanges de sulfate et de bioxyde de plomb, ne viennent pas en contact avec la partie inférieure des plaques qui se déchargeraient par le court-circuit. Les plaques positives sont toujours placées entre deux négatives, de sorte que leur nombre est toujours de un inférieur au nombre des dernières. Ainsi, les plaques extrêmes d'un élément sont toujours négatives (fig. 10 et 11). Leur masse active n'étant mise à contribution que du côté des plaques positives, seul ce côté est enduit de matière active. Grâce à cette disposition, les plaques positives sont mises à contribution des deux côtés et sont moins sujettes au gondolage. Pour éviter autant que possible les courts-circuits à l'in-

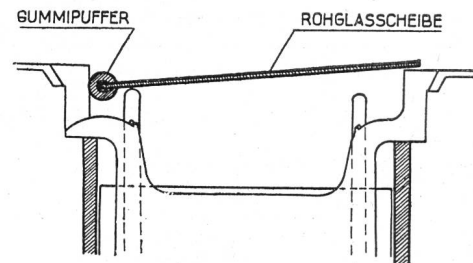


Fig. 12. Abdeckung mit Glasplatten. — Couverture en verre.  
Traduction: Gummipuffer = buttoir en caoutchouc.  
Rohglasscheibe = plaque de verre.

térieur des grands accumulateurs, on insère des planchettes préparées à cet effet (séparateurs) entre les plaques de différentes polarités. Les plaques de même polarité sont soudées entre elles par des tiges de plomb (fig. 8 et 9). Le niveau de l'électrolyte doit dépasser de 1 cm le bord supérieur des plaques. Les grands accumulateurs sont montés, remplis et chargés (première charge) sur place par le fournisseur. Les petits accumulateurs sont remplis et chargés en fabrique et expédiés dans cet état. Ils peuvent facilement être constitués en batteries par le personnel de l'administration.

Pour éviter que l'électrolyte ne se couvre de poussière et que les particules d'acide ne soient projetés au dehors, on recouvre d'une plaque de verre les bacs d'accumulateurs (fig. 12). Un meilleur résultat serait obtenu en formant une couche d'huile de 3 mm à la surface de l'électrolyte. Ce dernier procédé ne doit toutefois être appliqué que là où l'aération des locaux se heurte à de grandes difficultés ainsi que dans des caves humides où l'acide sulfurique absorbe trop d'eau. Avec le temps, l'huile présente l'inconvénient de se transformer en une matière noire et gluante qui rend opaque le liquide et difficile la lecture de sa densité. Pour ces raisons, ce procédé a été abandonné dans le service d'exploitation téléphonique suisse.

Les figures 13 à 22 montrent les types d'accumulateurs les plus employés dans notre administration;

In den Fig. 13 bis 22 sind die in unserer Verwaltung am meisten verwendeten Akkumulatoren abgebildet. Es handelt sich ausschliesslich um Typen der Akkumulatorenfabrik Oerlikon. Nähere Angaben über Grösse, Kapazität usw. können den Preislisten der genannten Firma entnommen werden.

*Aufstellung der Zellen.* Stationäre Akkumulatoren werden auf Holzgerüste gestellt, deren Einzelteile durch Holzzapfen zusammengefügt sind. Eisengestelle sind nicht zu empfehlen, weil sie durch die Säure leicht angegriffen werden. Für kleinere Akkumulatoren mit einer Kapazität bis zu 800 A. S. verwendet man bei Raumangel Etagengestelle. Für grössere Zellen kommen nur Bodengestelle in Frage. Ueber die Abmessungen der Gestelle geben die Preislisten der Akkumulatorenfabrik Oerlikon Aufschluss.

*Räume.* Akkumulatorkräume müssen trocken, kühl und luftig sein. In feuchten Räumen bildet sich auf den Isolatoren und Leitungen leicht ein Niederschlag, der die Isolation beeinträchtigen kann. Der Raum muss leicht gelüftet werden können. Es muss dafür gesorgt sein, dass namentlich die bei der Endladung entstehenden Gase und die bei der Gasentwicklung verspritzten Säureteilchen ohne Nachteil für die Umgebung entweichen können. Die Gase dürfen nicht durch Kamine abgeleitet

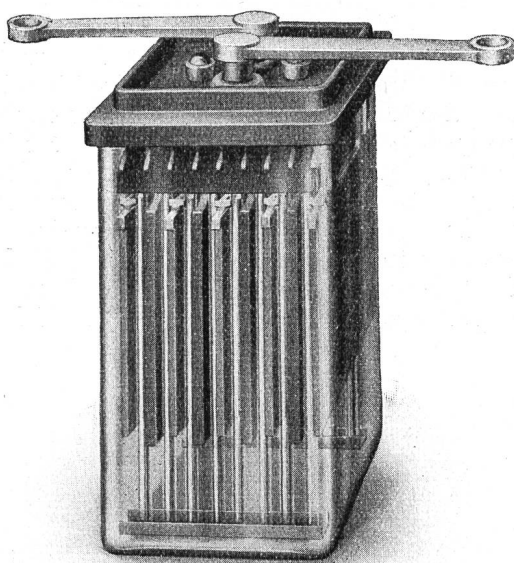


Fig. 15. Akkumulator Typ TO. — Accumulateur type TO.

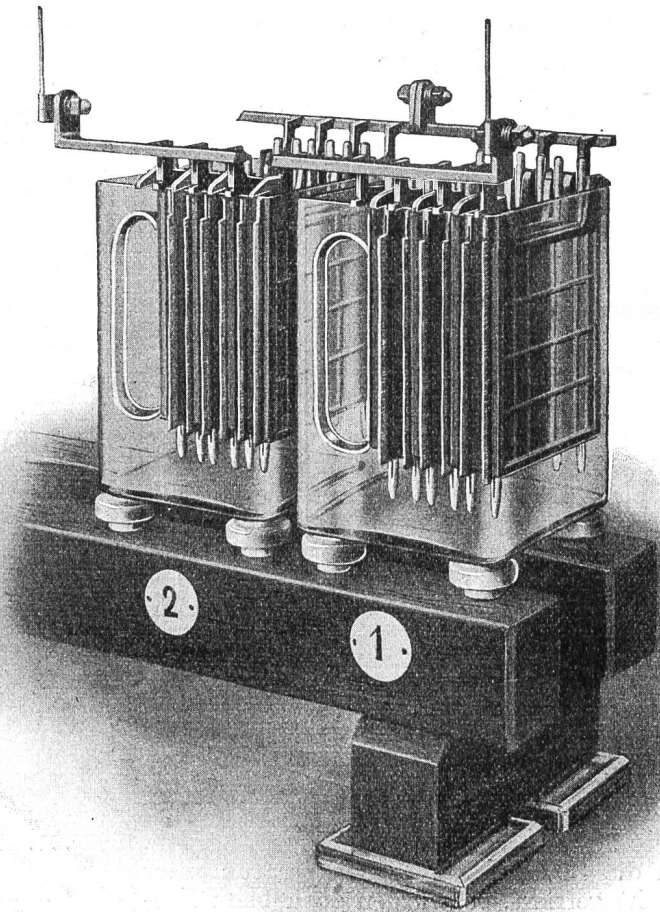


Fig. 14. Akkumulator Typ J. — Accumulateur type J.

tous sont du type Oerlikon. Quiconque désire des renseignements plus précis au sujet des dimensions ou de la capacité des accumulateurs, etc., peut consulter les catalogues de la maison d'Oerlikon.

*Etagères.* Les accumulateurs stationnaires doivent être placés sur des étagères dont les différentes parties sont assemblées par des chevilles de bois; les bâtis en fer ne sont pas recommandables vu qu'ils seraient corrodés par l'acide. Pour les accumulateurs dont la capacité n'excède pas 800 ampères-heures, on peut employer des étagères superposées tandis que pour les accumulateurs de grande capacité, il faut prévoir un seul étage près du sol. Les catalogues de la maison d'Oerlikon donnent tous les renseignements utiles au sujet des dimensions à donner aux étagères.

*Locaux.* Les salles d'accumulateurs doivent être sèches, fraîches et facilement aérables. Lorsque les locaux sont humides, il se forme souvent, sur les isolateurs et sur les conduites, des dépôts nuisibles au bon isolement. Il faut veiller à ce que les gaz qui se dégagent surtout à la fin de la charge et les particules d'acide qui jaillissent à cette occasion puissent s'échapper sans nuire aux objets environnants. Ces gaz ne devront pas être évacués par une cheminée à laquelle sont raccordés des fournaux. Les murs et le plafond seront enduits de vernis résistant aux acides afin que la couche du plafond ne se détache pas et ne vienne pas introduire des corps étrangers

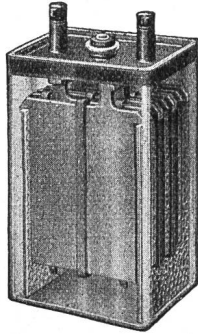


Fig. 16. Akkumulator Typ PO. — Accumulateur type PO.

werden, an die Oefen angeschlossen sind. Die Wände und die Decke müssen mit säurefester Farbe gestrichen sein. Der Deckenanstrich darf nicht abblättern, da sonst die Zellen leicht verunreinigt würden. Mit besonderer Sorgfalt müssen die starken Zuleitungsschienen behandelt werden. Es empfiehlt sich, die blanken Zuleitungen von Zeit zu Zeit mit einem zähflüssigen Öl (Maschinenöl) anzustreichen. Die Temperatur im Akkumulatorenraum soll im Mittel  $15^{\circ}\text{C}$ . betragen. In der Regel ist es nicht notwendig, Akkumulatorenräume, die sich in bewohnbaren Häusern befinden, zu heizen. In Räumen mit grösseren Akkumulatorenbatterien, wo die Temperatur unter  $0^{\circ}$  zu sinken vermag, sollte für schwache Heizung gesorgt werden. Wenn auch die Säure bei einer Temperatur unter  $0^{\circ}\text{C}$  noch nicht gefriert, so würden doch beim Einfrieren des destillierten Wassers die Gefässe, in denen das Wasser aufbewahrt wird, springen. Auch könnte ein zu grosser Temperaturunterschied ein Nachlassen der Kapazität zur Folge haben.

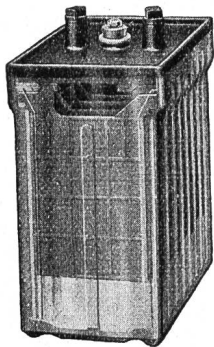


Fig. 18. Akkumulator Typ GO. — Accumulateur type GO.

Wegen Bildung von Knallgas dürfen Akkumulatorenräume künstlich nur mit Glühlampen beleuchtet werden. Auch beim Ableuchten einzelner Zellen, besonders gedeckter Zellen, dürfen nur Glühlampen verwendet werden. Das Rauchen und die Verwendung offener Lichter sind durch Anschlag zu verbieten. Für die Erstellung von Akkumulatorenräumen gelten im allgemeinen die vom S. E. V. in Zürich im Jahr 1927 herausgegebenen Vorschriften betr. Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen.

*Elektrolyt.* In Bleiakкумуляtoren besteht der Elektrolyt aus einem Gemisch von Schwefelsäure,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , und destilliertem Wasser,  $\text{H}_2\text{O}$ . Je nach dem

dans l'électrolyte. On vouera un soin particulier aux barres de connexion nues que l'on enduira de temps à autre d'huile consistante (huile de machines). La température la plus favorable pour une salle d'accumulateurs est de  $15^{\circ}\text{C}$ .

En règle générale, il n'est pas nécessaire de chauffer les salles d'accumulateurs logées dans des bâtiments habités. Par contre, il serait indiqué de chauffer légèrement les grandes salles d'accumulateurs où la température menace de descendre au-dessous de zéro. Bien que l'acide ne gèle pas encore à cette température, les bonbonnes d'eau distillée pourraient sauter si elle venait à descendre au-dessous de cette valeur. Un fort changement de température pourrait aussi avoir pour effet de réduire la capacité des batteries.

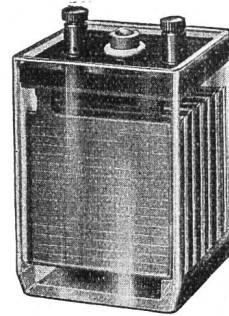


Fig. 17. Akkumulator Typ Lu. — Accumulateur type Lu.

Comme des gaz tonnants peuvent se former dans les salles d'accumulateurs, on n'y emploiera que des lampes à incandescence. Pour examiner les bacs, les bacs fermés surtout, on fera exclusivement usage de lampes à incandescence. L'interdiction de fumer et d'employer des lampes à flamme doit être affichée dans toutes les salles d'accumulateurs. Pour établir des salles d'accumulateurs, on se base en général sur les prescriptions de la Société suisse des électriciens (édition de 1927) concernant l'établissement et l'entretien d'installations électriques intérieures.

*Electrolyte.* L'électrolyte des accumulateurs au plomb est un mélange d'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et d'eau distillée  $\text{H}_2\text{O}$ , dont la densité varie suivant le rapport des deux composants. La formule nous montre qu'à la décharge les électrodes absorbent de l'acide sulfurique pour produire de l'eau alors qu'à la charge il se produit des réactions contraires. Il s'ensuit donc que la densité de l'électrolyte varie dans une certaine mesure suivant les quantités d'eau et d'acide qui auront été produites ou absorbées. Le poids spécifique de l'acide baisse à la décharge et

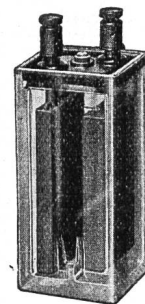


Fig. 19. Accometelement. — Elément accomet.

Mischungsverhältnis ändert sich natürlich die Dichte der Flüssigkeit. Da nun, wie die angegebene Formel zeigt, die Platten beim Entladen Schwefelsäure verbrauchen und Wasser abgeben, während sich bei der Ladung der umgekehrte Vorgang abspielt, so muss, entsprechend den frei werdenden Mengen, die Säuredichte in bestimmten Grenzen schwanken. Das spezifische Gewicht der Säure sinkt bei der Entladung und steigt bei der Ladung. Grosse Zellen, sowie Zellen mit freiem Raum für eine spätere Vermehrung der Plattenzahl, zeigen kleinere Schwankungen als Zellen mit kleiner Säuremenge und engem Platteneinbau. Die Aenderung des spezifischen Gewichtes beträgt 0,02 bis 0,05 bei einer obersten Säuredichte von 1,21 spezifischem Gewicht und bei 15° C. Die Schwankungen in der Säuredichte vollziehen sich aber nicht mit der zu erwartenden Regelmässigkeit; vielmehr sinkt die bei der Ladung entstehende schwere Säure auf den Boden, ohne sich mit dem leichteren Inhalt der Zelle vollkommen zu mischen. Der Ausgleich erfolgt nur langsam und erreicht seinen Höhepunkt am Ende der Ladung, wenn die aufsteigenden Gasblasen das ganze Gemisch in brodelnde Bewegung bringen.

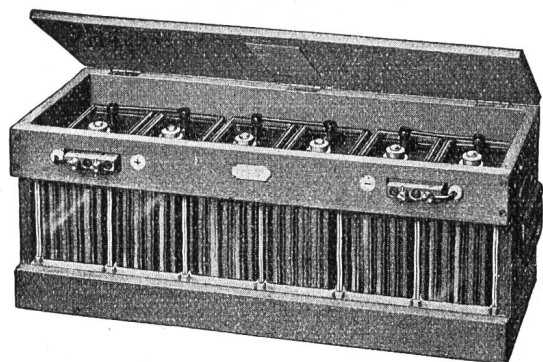


Fig. 21. Batterie 12 V. Typ Lu in Glasgefässen, eingebaut in Holzkasten. — Batterie à 12 volts, type Lu, dans bacs en verre placés dans réceptif en bois.

Da nun aber die Ladungen und Entladungen nach bestimmten Regeln erfolgen, darf die Säuredichte gleichwohl als ziemlich zuverlässiger Maßstab für den Lade- und Entladezustand einer Batterie angesehen werden.

In nachstehender Tabelle sind die Dichte und der Prozentgehalt von Schwefelsäure- und Wassergemischen angegeben.<sup>1)</sup>

Die fettgedruckten Zahlen sind als Grenzwerte der Normaldichte anzusehen. Da bei einer gegebenen Kapazität die Säuredichte proportional mit dem entnommenen Strom sinkt, so kann durch die Messung der Säuredichte die entzogene Kapazität ermittelt werden. Zu diesem Zwecke ist in den Bedienungsvorschriften der Lieferfirma der Säureabfall angegeben, der als Maßstab für die Ermittlung der Entladegrenze zu betrachten ist.

Zur Messung der Säuredichte benützt man das Aräometer (Fig. 23 und 24). An der innen angebrachten Einteilung können die spezifischen Ge-

<sup>1)</sup> Die Tabelle ist der Broschüre „Die Wirkungsweise der elektrischen Akkumulatoren“ der Akkumulatorenfabrik Oerlikon entnommen.

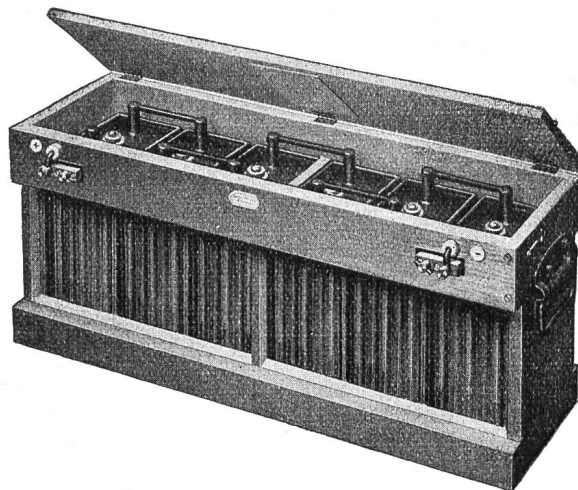


Fig. 20. Batterie 12 V. Typ GO in Holzkasten. — Batterie à 12 volts, type GO, dans réceptif en bois.

s'élève à la charge. Les grands accumulateurs et les accumulateurs disposant d'un espace libre pour l'adjonction de plaques supplémentaires sont moins sujets aux variations que les accumulateurs ne contenant que peu d'électrolyte et ayant les plaques rapprochées. Les variations du poids spécifique de l'acide oscillent entre 0,02 et 0,05 pour une densité maximum de 1,21 à la température de 15°. Les variations de la densité ne s'effectuent pas d'une façon régulière. L'acide produit va tout d'abord au fond du bac en raison de son poids spécifique sans se mêler complètement au reste de l'électrolyte, qui est beaucoup moins dense. Le mélange ne s'effectue que graduellement et atteint son point culminant à la fin de la charge lorsqu'il se développe des bulles de gaz et que l'électrolyte se met à bouillonner. Comme la charge et la décharge ont lieu suivant des règles bien définies, la densité de l'électrolyte peut néanmoins servir à mesurer l'état de charge et de décharge de la batterie.

Le tableau ci-après indique la densité ainsi que les quantités d'acide et d'eau exprimées en %.<sup>1)</sup>

Les chiffres imprimés en caractères gras doivent être considérés comme les limites de la densité normale. Etant donné que, pour une capacité déterminée, la densité baisse proportionnellement au courant débité, on peut trouver la capacité débitée en mesurant le poids spécifique de l'électrolyte. A cet effet, les prescriptions du fournisseur indiquent la mesure

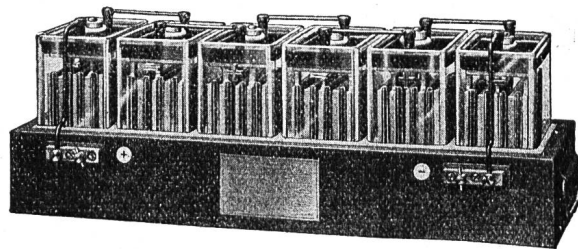


Fig. 22. Batterie 12 V. Typ Lu in Glas und Rahmenkasten. — Batterie à 12 volts, type Lu, dans bacs en verre placés dans un cadre en bois.

<sup>1)</sup> Ce tableau a été tiré de la brochure: „Le fonctionnement des accumulateurs électriques“ de la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon.

**Dichte und Prozentgehalt von Schwefelsäure-Wasser-Gemischen.**  
**Densités et % des solutions aqueuses d'acide sulfurique.**

Spezifisches Gewicht bei $\frac{15^0}{4^0}$ (luftleerer Raum) Poids spécifique à $\frac{15^0}{4^0}$ (dans le vide)	Grad Baumé Degrés Baumé	Gewichts-prozent $H_2SO_4$ Poids du $H_2SO_4$ en %	1 L enthält Kg $H_2SO_4$ Poids en kg du $H_2SO_4$ contenu dans un litre	Spezifisches Gewicht bei $\frac{15^0}{4^0}$ (luftleerer Raum) Poids spécifique à $\frac{15^0}{4^0}$ (dans le vide)	Grad Baumé Degrés Baumé	Gewichts-prozent $H_2SO_4$ Poids du $H_2SO_4$ en %	1 L enthält Kg $H_2SO_4$ Poids en kg du $H_2SO_4$ contenu dans un litre
1,125	16,0	17,66	0,199	1,240	27,9	32,28	0,400
1,130	16,5	18,31	0,207	1,245	28,4	32,86	0,409
1,135	17,1	18,96	0,215	1,250	28,8	33,43	0,418
1,140	17,7	19,61	0,223	1,255	29,3	34,00	0,426
1,145	18,3	20,26	0,231	1,260	29,7	34,57	0,435
1,150	18,8	20,91	0,239	1,265	30,2	35,14	0,444
1,155	19,3	21,55	0,248	1,270	30,6	35,71	0,454
1,160	19,8	22,19	0,257	1,275	31,1	36,29	0,462
1,165	20,3	22,83	0,266	1,280	31,5	36,87	0,472
1,170	20,9	23,47	0,275	1,285	32,0	37,45	0,481
1,175	21,4	24,12	0,283	1,290	32,4	38,03	0,490
1,180	22,0	24,76	0,292	1,295	32,8	38,61	0,500
1,185	22,5	25,40	0,301	1,300	33,3	39,19	0,510
1,190	23,0	26,04	0,310	1,305	33,7	39,77	0,519
1,195	23,5	26,68	0,319	1,310	34,2	40,35	0,529
1,200	24,0	27,32	0,328	1,315	34,6	40,93	0,538
1,205	24,5	27,95	0,337	1,320	35,0	41,50	0,548
1,210	25,0	28,58	0,346	1,325	35,4	42,08	0,557
1,215	25,5	29,21	0,355	1,330	35,8	42,66	0,567
1,220	26,0	29,84	0,364	1,335	36,2	43,20	0,577
1,225	26,4	30,48	0,373	1,340	36,6	43,74	0,586
1,230	26,9	31,11	0,382	1,345	37,0	44,28	0,596
1,235	27,4	31,70	0,391	1,350	37,4	44,82	0,605

wichte oder Baumégrade abgelesen werden. Es ist darauf zu achten, dass das Instrument frei schwimmt. Bei der Ablesung ist nicht der obere Rand des am Glasrohr aufsteigenden Flüssigkeits-ringes massgebend, sondern der Spiegel des Elektrolyten.

Es ist besonders darauf zu halten, dass die Vorräte an Nachfüllsäure und destilliertem Wasser frei von Verunreinigungen bleiben. Beimengungen von Chlor, Kupfer, Ammoniak und namentlich Eisen sind dem Akkumulator verderblich. Das destillierte Wasser kann auch von einer Drogerie bezogen werden. Es empfiehlt sich, nur Säure der Akkumulatorenfabrik Oerlikon zu verwenden. Das Nachfüllen hat nach der Bedienungsvorschrift dieser Firma zu erfolgen.

**Kapazität.** Die Kapazität eines Akkumulators ist abhängig von der Grösse und Bauart der Platten, von der Säuremenge, die während der Entladung mit dem aktiven Material in Berührung kommt, und endlich von der Temperatur der Säure. Die Grösse der Platten, oder besser der Plattenoberfläche, richtet sich nach der obersten Grenze der zulässigen Stromdichte. Bei stationären Akkumulatoren beträgt diese pro  $dm^2$  Elektrodenfläche bei der Ladung

à prendre comme limite de la décharge. La densité de l'acide se mesure à l'aide d'un aréomètre (fig. 23 et 24) flottant librement et dont les poids spécifiques ou degrés Baumé se lisent sur une graduation qui se trouve à l'intérieur du tube. La densité ne doit pas être lue au cercle de liquide qui se forme autour du tube de verre mais au niveau de l'électrolyte même.

On doit veiller à ce que la réserve d'acide et d'eau distillée reste tout à fait exempte de substances étrangères. Si des particules de chlore, de cuivre, d'ammoniac et surtout de fer s'introduisaient dans l'électrolyte, elles nuiraient beaucoup à l'accumulateur. L'eau distillée peut être obtenue dans les drogeries. Quant à l'acide, il est avantageux de l'acheter à la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon. L'adjonction d'eau distillée et d'acide doit se faire suivant les prescriptions d'emploi données par la fabrique.

**Capacité.** La capacité d'un accumulateur dépend des dimensions et de la forme des électrodes, de la quantité d'acide qui baigne les électrodes (matière active) pendant la décharge et, enfin, de la température de l'électrolyte. La dimension des électrodes ou plutôt leur surface dépend de la densité maximum de courant que l'accumulateur doit débiter. Pour

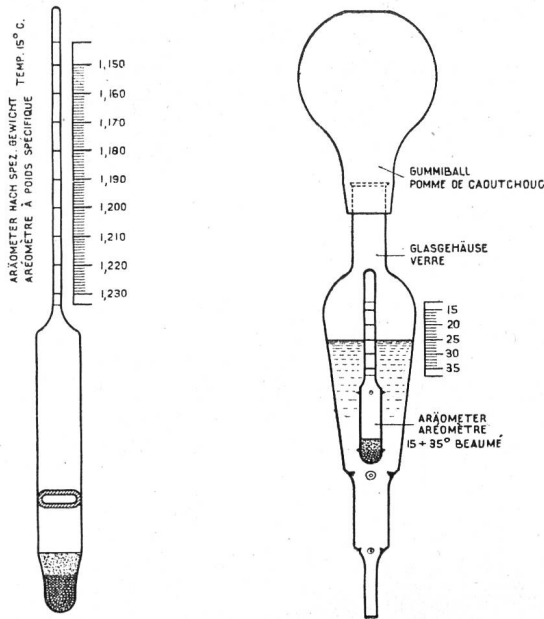


Fig. 23. Aræometer, flach. Fig. 24. Säureprüfer, grosses Modell.  
Aræomètre, plat. Pèse-acide, grand modèle.

1,4 bis 1,8 Amp. und bei der Entladung 0,5 bis 3 Amp., je nach der Entladedauer. Es ist ohne weiteres klar, dass aus praktischen Gründen die Platten nicht beliebig gross gemacht werden können. Durch Parallelschaltung der Platten gleicher Polarität erhält man aber trotzdem eine grosse Oberfläche. Wird eine grosse Stromstärke verlangt, so werden zwei oder auch mehrere Zellen parallel geschaltet.

Die Kapazität eines elektrischen Akkumulators wird in Ampère-Stunden, Ah, gemessen. Wie Fig. 25 zeigt, können einem Akkumulator bei langsamer Entladung mehr Ah entnommen werden als bei schneller Entladung. Zur Aufstellung der Kurve wurde ein Element des Types J<sub>40</sub> verwendet.

Die Kapazität beträgt:

bei	1stünd. Entladung mit	740 Ampère	740 Ah
" 3 "	" "	" 360 "	1080 "
" 5 "	" "	" 240 "	1200 "
" 7½ "	" "	" 176 "	1320 "
" 10 "	" "	" 145 "	1450 "

Bei zehnstündiger Entladung ist die Kapazität ungefähr doppelt so gross als bei einstündiger Entladung. Dasselbe gilt im allgemeinen auch für andere Typen.

Die in den Preislisten der Akkumulatorenfabrik Oerlikon garantierte Kapazität bezieht sich auf eine Temperatur von 15° C. Wird eine Batterie bei niedriger Temperatur entladen, so gibt sie nicht die garantierte Kapazität ab, weil die Säure dickflüssig wird und in diesem Zustand nicht so leicht in das Innere der Platten einzudringen vermag. 1° C Abweichung von der Normaltemperatur 15° C entspricht 1% Kapazitätszu- oder Abnahme.

Der Berechnung einer Akkumulatorenbatterie für den Telephonbetrieb wird eine zehnstündige Kapazität zugrunde gelegt. In der errechneten Kapazität muss ausserdem noch eine Reserve enthalten sein. Sie muss für eine Verkehrszunahme von 10 Jahren genügen. Eine solche Batterie wird beim Versagen des städtischen Stromes ohne weiteres für längere

les accumulateurs stationnaires, cette densité est de 1,4 à 1,8 ampère par dm<sup>2</sup> à la charge et de 0,5 à 3 ampères à la décharge, suivant la durée de celle-ci. Il est en outre clair que, pour des raisons d'ordre pratique, on ne peut pas donner aux plaques de trop grandes dimensions. En reliant ensemble des plaques de même polarité, on arrive également à obtenir des électrodes de grande surface. Si les accumulateurs doivent avoir une grande capacité, on peut brancher deux ou plusieurs éléments en parallèle.

La capacité d'un accumulateur électrique se mesure en ampères-heures (Ah). Comme le montre la figure 25, un accumulateur fournit plus d'ampères-heures s'il est déchargé lentement que s'il est déchargé rapidement. Pour établir la courbe, on s'est servi d'un élément du type J 40.

La capacité atteint:

740 Ah lorsque la décharge dure	1	heure avec un courant de 740 A.
1080 "	" "	3 heures "
1200 "	" "	5 " "
1320 "	" "	7½ " "
1450 "	" "	10 " "

On voit par là que si la batterie est déchargée en 10 heures, la capacité atteinte est presque le double de celle obtenue lorsque la décharge a lieu en 1 heure. Les autres types d'accumulateurs donnent en général à peu près les mêmes résultats.

La capacité garantie par la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon n'est valable que pour une température de 15° C. Une batterie que l'on décharge sous une température inférieure à 15° C. ne donne pas la capacité garantie vu que l'acide devient visqueux et qu'il ne peut plus bien pénétrer à l'intérieur des plaques. Lorsque la température normale de 15° varie de 1°, la capacité de la batterie augmente ou diminue de 1%.

Les batteries d'accumulateurs des services téléphoniques sont calculées pour une capacité de 10 heures. Cette capacité comprendra une certaine réserve pour que la batterie puisse supporter l'accroissement de trafic pendant 10 ans. En cas d'interruption du réseau d'éclairage, une batterie de ce genre peut servir de réserve et fournir tout le courant nécessaire au service d'exploitation; elle suffira en règle générale

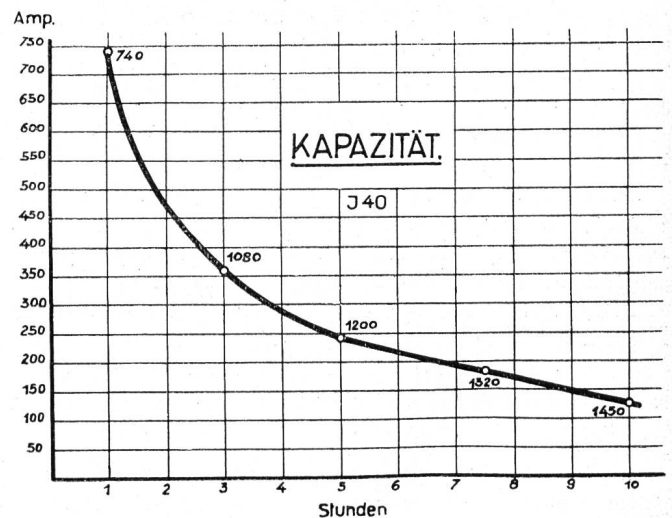


Fig. 25. Kapazitätskurve. — Courbe de la capacité.  
Traduction: Kapazität = capacité.  
Stunden = heures.

Zeit als Reserve für den Gesamtbetrieb dienen und in der Regel auch für den vollen Telephonbetrieb vom Samstag Mittag bis Montag Morgen aufkommen können. Auf alle Fälle sollte ein alltägliches Aufladen der Telephonbatterien vermieden werden, weil durch ein öfteres Dehnen und Zusammenziehen die positiven Platten zu stark in Anspruch genommen und zu rasch abgenützt werden<sup>2)</sup>. Auch läuft man leicht Gefahr, besonders bei unachtsamer Bedienung, eine Batterie zu überladen, d. h. zu lange gasen zu lassen.

*Innerer Widerstand.* Der innere Widerstand eines Akkumulators ist von der Grösse und der gegenseitigen Entfernung der Platten und von der Säuredichte abhängig. Er beträgt bei kleinen Zellen nur wenige hundertstel und bei grossen Zellen oft kaum mehr als ein tausendstel Ohm. Wegen seines geringen innern Widerstandes eignet sich der Bleiakкумуляtor besonders gut für den Z. B.-Betrieb.

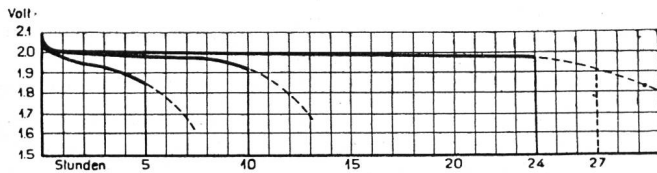


Fig. 26. Verlauf der Spannung bei der Entladung. — Variations de la tension pendant la décharge.

*Entladung.* Wird einem Akkumulator weder Strom zugeführt noch entnommen, so ist seine Spannung gleich seiner EMK. Man nennt diese Spannung die Ruhespannung. Sie ist abhängig von der Dichte der Säure, die unmittelbar mit den Platten in Berührung steht. Für die Berechnung der Ruhespannung gilt die Formel

$$e = (d + 0,85) \text{ Volt}$$

wobei  $e$  die Ruhespannung und  $d$  das spezifische Gewicht des Elektrolyten bedeutet. Der Ladezustand der Platten hat keinen Einfluss auf die EMK. Hängt man z. B. in Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,21 bzw. 1,18 eine positive und eine negative Platte — beide voll aufgeladen —, so erhält man nach der genannten Gleichung eine Ruhespannung von  $1,21 + 0,85 = 2,06$  oder von  $1,18 + 0,85 = 2,03$  Volt. Bringt man in die gleiche Schwefelsäure die nämlichen inzwischen praktisch vollkommen entladenen Platten, so erhält man wiederum dieselben Werte.

Der Verlauf der Spannung bei 5-, 10- und 24stündiger Entladung wird durch Fig. 26 veranschaulicht. Aus der Figur geht hervor, dass die Spannung bei langsamer Entladung weniger rasch fällt als bei schneller. Sie beträgt bei 5-, 10- und 24stündiger Entladung

1,85, 1,9 und 1,95 Volt.

Bei Batterien, wie sie im Telephon- und auch im Telegraphenbetrieb verwendet werden, dauert die

rale pour alimenter les appareils du service téléphonique depuis le samedi à midi jusqu'au lundi matin. En tout cas, les charges journalières d'une batterie du téléphone doivent être évitées car les plaques positives seraient mises à trop forte contribution et s'useraient rapidement à cause des nombreuses contractions et extensions auxquelles elles seraient soumises<sup>2)</sup>. Si l'on ne voue pas assez de soin à la charge, il peut arriver que l'on surcharge une batterie, c'est-à-dire qu'on la laisse bouillonner trop longtemps.

*Résistance intérieure.* La résistance intérieure d'un accumulateur dépend de la dimension des électrodes, de la distance qui les sépare et du poids spécifique de l'électrolyte. A l'intérieur des petits accumulateurs, elle atteint à peine quelques centièmes d'Ohms et dans les grands accumulateurs elle ne dépasse guère un millième d'Ohm. Etant donnée leur faible résistance intérieure, les accumulateurs conviennent tout particulièrement aux installations B. C.

*Décharge.* Lorsqu'un accumulateur ne reçoit pas de courant ou qu'il n'en débite point, sa tension est égale à sa force électromotrice; cette tension est la tension de repos. Elle dépend de la densité de l'électrolyte qui agit directement sur les électrodes et se calcule suivant la formule:

$$e = (d + 0,85) \text{ volts}$$

où  $e$  représente la tension de repos et  $d$  le poids spécifique de l'électrolyte. L'état de charge des plaques n'a aucune influence sur la force électromotrice. Si l'on suspend dans de l'acide sulfurique de densité 1,21 ou 1,18 une plaque positive et une plaque négative tout à fait chargées, l'accumulateur ainsi constitué donne d'après cette formule  $1,21 + 0,85 = 2,06$  ou  $1,18 + 0,85 = 2,03$  volts de tension de repos. Si l'on suspend dans le même électrolyte ces mêmes plaques complètement déchargées, on obtient les mêmes valeurs. La figure 26 montre les variations de la tension pour des durées de décharge de 5, 10 et 24 heures: on y voit que la tension tombe moins vite lorsque la décharge est lente. Elle est de 1,85, 1,9 et 1,95 volt pour des durées de décharge de

5, 10 et 24 heures.

La durée de décharge des batteries des services téléphoniques et télégraphiques dure en général plus de 24 heures et, dans la plupart des cas, la tension ne descend pas au-dessous de 1,95 volt. Pour mesurer la tension d'un accumulateur fournissant peu de courant ou d'un accumulateur à l'état de repos, il faut lui faire débiter un fort courant. La tension ne peut donc pas servir de mesure de la décharge. La limite de la décharge dépend plutôt de la quantité d'énergie débitée et se mesure à la densité de l'électrolyte ou plutôt à la différence des densités, suivant les instructions données.

*Charge.* Pendant la charge, c'est le phénomène inverse qui se produit. On voit d'après la formule donnée que le sulfate de plomb, qui est formé sur les deux électrodes pendant la décharge, est de nouveau

<sup>2)</sup> Schreiber dieser Zeilen konnte auf Inspektionsreisen feststellen, dass Batterien, die nur alle 3—5 Tage aufgeladen werden, in bezug auf Dauerhaftigkeit die besten Resultate ergeben. So fanden sich Batterien vor, deren Platten nach 8—10jährigem Betrieb und bei Ladungen in Zwischenräumen von 3—5 Tagen noch in vollkommen gutem Zustande waren.

<sup>2)</sup> A l'occasion d'une inspection, l'auteur de ces lignes a pu constater que les batteries qui n'étaient chargées que tous les 3 à 5 jours donnaient les meilleurs résultats quant à leur durée. Il a, par exemple, trouvé des batteries ayant été chargées tous les 3 à 5 jours et dont les plaques étaient en parfait état après 8 à 10 ans de service.

Entladung meist länger als 24 Stunden. Die Spannung sinkt oft nicht unter 1,95 Volt. Um die Spannung eines schwach belasteten oder auch eines im Ruhezustand befindlichen Akkumulators zu ermitteln, muss man ihm während der Messung einen möglichst starken Strom entnehmen. Die Spannung ist demnach kein Maßstab zur Ermittlung der Entladegrenze. Diese Grenze richtet sich vielmehr nach der der Batterie entnommenen Strommenge und wird bestimmt durch Messung der Säuredichte bzw. des Säureabfalles; dieser ist in den Bedienungsvorschriften der Lieferfirma in der Regel angegeben.

**Ladung.** Bei der Ladung spielt sich der umgekehrte Vorgang ab. Aus der angegebenen Gleichung geht hervor, dass durch den elektrischen Strom auf beiden Plattensorten das bei der Entladung gebildete Bleisulfat zersetzt wird. Auf den positiven Platten entsteht wieder Bleisuperoxyd und auf den negativen reines Blei. Gleichzeitig wird bei diesem Vorgang die in den Poren befindliche dichtere Säure frei. Sie wird sich zum Teil wieder mit der ausserhalb der Platten befindlichen dünnern Säure mischen. Das spezifische Gewicht in den Zellen wird steigen und damit auch die Spannung. Fig. 27 zeigt die Ladekurve bei Ladung mit konstantem Strom. Unmittelbar nach Beginn der Ladung steigt die Spannung ziemlich rasch von 2,02 auf 2,22 Volt. Von da an steigt sie dann nur langsam auf 2,4 Volt, um zum Schluss noch ziemlich rasch auf etwa 2,7 Volt anzuwachsen. Das Abbiegen der Kurve nach oben lässt erkennen, dass neue Verhältnisse eingetreten sind. Bei 2,3 bis 2,4 Volt steigen an den negativen und positiven Platten Gasbläschen empor, die nach und nach ein heftiges „Kochen“ verursachen.

*Hat nun sowohl an den negativen als auch an den positiven Platten die Gasentwicklung gleichmässig und lebhaft eingesetzt und ist zudem die Säuredichte um den vorgeschriebenen Betrag gestiegen, so ist die Ladung beendet und daher zu unterbrechen.*

Eine solche Ladung ist als Normalladung anzusehen. Um festzustellen, ob eine Batterie richtig aufgeladen ist, wird sie, nachdem der Ladestrom so lange unterbrochen wurde, bis keine Gasbläschen mehr aufstiegen, wieder auf Ladung geschaltet; ist die Ladung vollständig, so müssen beide Plattenarten nach 1 bis 2 Minuten wieder lebhaft gasen. Es ist unerlässlich, dass das Bedienungspersonal die Batterie beim Einsetzen der Gasentwicklung gründlich überwacht. Sobald die Gasentwicklung an einer Plattensorte eingesetzt hat, ist der Ladestrom auf mehr als die Hälfte seiner höchstzulässigen Stärke abzuschwächen. Dadurch soll vermieden werden, dass sich im Innern der Masse schädliches Sulfat bildet. Wegen der geringen Gasentwicklung wird auch weniger aktive Masse abgerissen; die positiven Platten werden geschont.

Vor Beginn und am Schluss jeder Ladung soll das spezifische Gewicht der sogenannten Messzelle abgelesen werden. Dasjenige der übrigen Zellen ist bei den Aufladungen mit Ruhepausen festzustellen. Die an der Messzelle erhaltenen Ergebnisse sind im Batteriebuch, die bei der Aufladung mit Ruhepausen an den übrigen Zellen erhaltenen dagegen im Formular B<sub>2</sub>-78.097 einzutragen. Bei jeder Ladung ist nachzusehen, ob die Platten sämtlicher Elemente

décomposé par le courant électrique. Sur les plaques positives, il se forme de nouveau du bioxyde de plomb et sur les négatives du plomb pur. En même temps l'acide sulfurique dense logé dans les pores se libère et partiellement se mêle de nouveau à l'électrolyte dont la densité va s'élever, ce qui a pour effet de faire augmenter la tension. La figure 27 représente la courbe de charge sous une tension constante. Au début de la charge, la tension monte assez rapidement de 2,02 à 2,22 volts pour s'élever ensuite lentement jusqu'à 2,4 volts d'où elle monte de nouveau assez rapidement jusqu'à 2,7 volts. Le coude que fait la courbe vers le haut montre qu'un changement se produit à ce moment. En effet, entre 2,3 et 2,4 volts, de petites bulles de gaz montent le long des plaques positives et négatives et peu à peu produisent un fort bouillonnement de l'électrolyte.

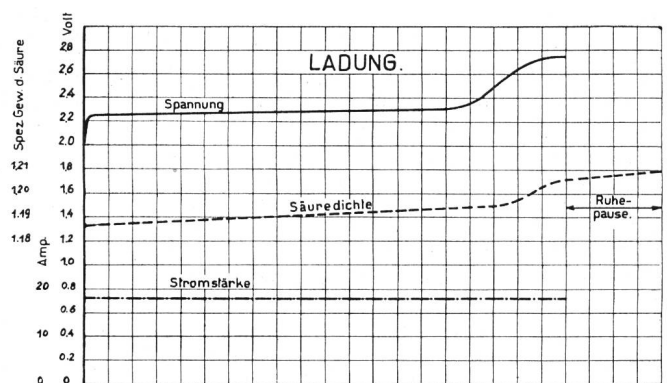


Fig. 27. Ladekurve. — Courbe de charge.

Traduction: Spez. Gew. der Säure = poids spécifique de l'acide.  
Ladung = charge.  
Spannung = tension.  
Säuredichte = densité de l'acide.  
Ruhepause = intervalle de repos.  
Stromstärke = intensité de courant.

*Lorsque la formation des bulles de gaz est intense sur les deux électrodes, positive et négative, et que la densité de l'acide a augmenté de la valeur prescrite, la charge est terminée et doit être arrêtée.*

Une telle charge doit être considérée comme charge normale. Pour vérifier si une batterie est bien chargée, on interrompt le courant, on attend qu'il ne se produise plus de bulles de gaz et on l'intercale de nouveau. Si les accumulateurs sont suffisamment chargés, il doit se produire, au bout de 1—2 minutes, un fort dégagement de gaz sur les deux électrodes. Lorsque la batterie commence à dégager des gaz, il faut que le personnel préposé la surveille attentivement. Sitôt que les bulles de gaz se forment sur l'une des catégories d'électrodes, on doit réduire de plus de moitié le courant de charge maximum. Cette mesure a pour but d'éviter la formation de sulfate nuisible à l'intérieur de la masse. Le dégagement des gaz étant moins intense, la masse active se désagrège moins et les plaques positives sont moins mises à contribution.

Avant la mise en charge et à la fin de la charge, on mesurera la densité de l'élément dit de contrôle. Les autres éléments seront mesurés lorsqu'on procède à la charge avec intervalles de repos. La densité

gleichmässig gasen. Ungenügend gasende Zellen sind genau zu untersuchen und sofort in Ordnung zu bringen.

*Aufladung mit Ruhepausen.* Durch eine normale Ladung können grössere Bleisulfatkristalle im Innern der Masse nicht beseitigt werden. Hiefür sind nach den Bedienungsvorschriften der Akkumulatorenfabrik periodische Aufladungen mit Ruhepausen (Ueberladungen)<sup>3)</sup> nötig. Bei einer solchen Ladung verfährt man in der Weise, dass man die Batterien wie gewöhnlich auflädt und den Strom dann eine Stunde lang ausschaltet. Nach der Wiedereinschaltung werden in der Regel infolge des starken Stromes die negativen Platten bald zu gasen beginnen und später auch die positiven. Gasen beide Plattensorten gleichmässig, so wird der Ladestrom wiederum eine Stunde lang unterbrochen und dann mit der gleichen Stärke von neuem eingeschaltet. Dieses Verfahren wird solange fortgesetzt, bis sozusagen unmittelbar nach dem Einschalten des Stromes beide Plattensorten Gas entwickeln. Durch die mehrmalige Gasentwicklung werden die positiven Platten ziemlich stark in Anspruch genommen.

Ein anderes Verfahren, das aber nur anwendbar ist, wenn die Zeit reicht, besteht darin, dass man eine Batterie mit nur schwachem Strom auflädt. Zuerst lädt man sie mit schwachem Strom wie gewöhnlich, schaltet dann den Strom 15 Minuten lang aus und beendet die Ladung mit ungefähr  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{15}$  des höchstzulässigen Stromes. Tritt nach ungefähr 3 bis 6 Stunden an beiden Plattensorten lebhafte Gasentwicklung ein, so darf angenommen werden, dass das Bleisulfat beseitigt ist. Da bei diesem Verfahren die mehrmaligen starken Gasentwicklungen wegfallen, werden die positiven Platten geschont. Dieses Verfahren hat auch noch den Vorteil, dass dabei das kleinste der vorhandenen Maschinenaggregate zur Anwendung kommen kann.

*Tiefentladung.* Während man durch eine Ladung mit Ruhepausen kristallinisches Bleisulfat im Innern der Platte zu entfernen sucht, bezweckt man mit der Tiefentladung die Beseitigung der Sulfatbildung an der Oberfläche der positiven Platten. Ruhepauseladungen üben hier nur eine geringe Wirkung aus. Eine Sulfatschicht lässt sich nur durch ein- oder mehrmalige Tiefentladung beseitigen. Die Entladung soll mit dem der zehnstündigen Kapazität entsprechenden Strom erfolgen und darf nur bis zur zulässigen Spannungsgrenze fortgesetzt werden.

*Pufferbetrieb.* Seit einigen Jahren ist man im Telephonbetrieb vom reinen Lade- und Entladebetrieb abgekommen und zum Pufferbetrieb übergegangen. Bei diesem ist die Batterie parallel zur Stromquelle geschaltet und tritt so als Regulator auf, indem sie entweder den Ueberschuss der Stromquelle als Ladung aufnimmt oder den Mehrbedarf für den Betrieb als Entladung abgibt. Während der Zeit des höchsten Verkehrs erfolgt die Speisung

de l'électrolyte de l'élément de contrôle doit être inscrite dans le livre de la batterie et celles des autres éléments, constatées lors des charges avec intervalles de repos, sur le formulaire B<sub>2</sub>-78.097. A chaque charge, on vérifiera si les plaques de tous les éléments dégagent les gaz avec la même intensité. Les éléments dont le dégagement de gaz est insuffisant, seront minutieusement examinés et immédiatement remis en état.

*Charges avec intervalles de repos.* Une charge normale ne pouvant pas réduire complètement les gros cristaux qui se forment à l'intérieur de la matière, il faut donner périodiquement des charges avec intervalles de repos<sup>3)</sup> en observant les instructions publiées par la fabrique d'accumulateurs. Pour donner à une batterie une charge avec intervalles de repos, on procède comme suit: charger la batterie comme d'ordinaire, couper le courant pendant 1 heure et le rétablir ensuite. Vu l'intensité du courant, les plaques négatives, puis ensuite les positives, commencent bientôt à dégager des gaz. Lorsque les deux sortes de plaques dégagent les gaz avec la même intensité, on interrompt de nouveau le courant pendant 1 heure et le rétablit ensuite avec la même intensité. On répète cette opération jusqu'à ce que les plaques négatives et positives produisent les gaz immédiatement après que le courant a été rétabli.

De trop nombreux dégagements de gaz nuisent toutefois aux plaques positives.

Un autre procédé consiste, lorsqu'on dispose du temps nécessaire, à opérer cette charge spéciale sous un courant très faible. On charge donc la batterie sous un faible courant que l'on interrompt pendant 15 minutes, pour continuer la charge sous un courant réduit au  $\frac{1}{10}$  ou  $\frac{1}{15}$  du courant maximum de charge. Si, après une durée de 3 à 6 heures, les deux sortes de plaques dégagent fortement des gaz, on peut admettre que le sulfate est réduit. Les forts dégagements de gaz répétés ne se produisant pas, les plaques positives sont moins mises à contribution. Ce procédé présente encore un avantage spécial: il permet d'utiliser la génératrice la plus faible.

*Décharge poussée.* Alors que l'on cherche, par une charge avec intervalles de repos, à réduire le sulfate de plomb qui s'est formé à l'intérieur des plaques, on s'efforce, par une décharge poussée, à éliminer celui qui s'est formé à la surface. Les charges avec intervalles de repos n'exercent dans le dernier cas qu'une influence inappréciable. Seules une ou plusieurs décharges poussées sont capables de faire disparaître une couche de sulfate. Au cours de cette décharge, la batterie débitera un courant correspondant à une durée de décharge de 10 heures; la tension des éléments ne devra toutefois pas descendre au-dessous de la tension limite.

*Batteries tampon.* Dans les services téléphoniques, on abandonne depuis quelques années le système de charge et décharge pour passer au système de batteries tampon. La batterie est branchée en parallèle sur la source de courant et sert de régulateur,

<sup>3)</sup> Im Telephonbetrieb wird oft auch statt des Ausdruckes „Aufladung mit Ruhepausen“ das Wort „Ueberladung“ gebraucht. Dieses Wort ist unzutreffend und führt leicht zu Begriffsverwirrungen. Eine Batterie kann, wie unter „Ladung“ gesagt, nur bis zur lebhaften Gasentwicklung geladen werden. Jede länger dauernde Stromzuführung schadet der Batterie.

<sup>3)</sup> Dans les offices on appelle couramment surcharge la charge avec intervalles de repos. Cette désignation peut conduire à des erreurs car, comme on l'a vu sous „charge“, une batterie ne peut être chargée que jusqu'au moment où elle dégage fortement des gaz; une charge prolongée nuirait à la batterie.

der Stromkreise unmittelbar aus der Dynamomaschine. Die Stromkosten werden dadurch erheblich verringert, weil die Ladeverluste um zirka 20% herabgesetzt werden. Dabei wird natürlich vorausgesetzt, dass die Stromquellen frei von Oberschwingungen seien.

Ein bis zur Gasentwicklung aufgeladener Akkumulator kann nicht ohne weiteres für Pufferbetrieb verwendet werden. Vielmehr ist er vorerst um ungefähr 10% der garantierten Kapazität zu entladen. Pufferbatterien sind stets in gleichem Ladezustand zu halten, d. h. die entnommenen Ampèrestunden müssen immer wieder durch entsprechende Nachladung ersetzt werden. Sollte nach und nach Gasentwicklung eintreten, so würde dies wohl davon herrühren, dass mehr als nötig geladen wurde. Die Batterie muss, wie oben angegeben, erst wieder entladen werden; andernfalls könnten bei Unaufmerksamkeit des Personals schädliche Ueberladungen vorkommen.

*Wirkungsgrad.* Der Wirkungsgrad eines Akkumulators wird auf zwei Arten ausgedrückt: Entweder in bezug auf die Elektrizitätsmenge oder in bezug auf die elektrische Arbeit. Im ersten Fall wird er ausgedrückt in Ampèrestunden, nämlich durch das Verhältnis

$$\frac{\text{entladene Ampèrestunden}}{\text{aufgeladene Ampèrestunden}}$$

und im zweiten in Wattstunden durch das Verhältnis

$$\frac{\text{entladene Wh}}{\text{aufgeladene Wh.}}$$

Da am Schluss der Ladung eine Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff nicht zu vermeiden ist, kann der Wirkungsgrad nicht gleich 1 sein. Bei guten Batterien beträgt er in Ampèrestunden 90 bis 95%, in Wattstunden 75 bis 82%. Um einen möglichst guten Wirkungsgrad zu erzielen, wird man, wenn die Verhältnisse es gestatten, nicht mit den höchstzulässigen Strömen laden oder entladen, sondern mit wesentlich kleinern Strömen.

Wird bei Pufferbatterien das Gasen völlig vermieden, so kann ein noch besserer Wirkungsgrad erreicht werden als angegeben wurde. Es können nämlich erzielt werden

$$\begin{aligned} &\text{in Ampèrestunden } 97\% \text{ und} \\ &\text{in Watt-Stunden } 85\%. \end{aligned}$$

*Krankheiten. Bildung von hartem Bleisulfat.* Das Auftreten von kristallinischem Bleisulfat ist wohl die meist verbreitete Krankheit der Akkumulatoren. Ueberlässt man einen ganz oder teilweise entladene Akkumulator längere Zeit sich selbst, so nimmt das Bleisulfat, das sich an den Platten gebildet hat, nach und nach kristallinische Form an. Es bilden sich sowohl an den negativen als an den positiven Platten harte Stellen, die sich immer mehr ausdehnen und schliesslich die ganze Oberfläche mit einer festen Schicht bedecken. Während der Ueberzug der negativen Platten weiss ist, erscheinen die positiven rötlich. Solche Platten fühlen sich hart und sandig an, wenn man sie z. B. mit einem Holzstäbchen reibt.

Das Entstehen von Sulfatkristallen wird auf Temperaturschwankungen zurückgeführt, welche die

emmagasinant le courant supplémentaire en se chargeant ou fournissant le courant complémentaire en se déchargeant. Pendant les heures de pointe, les circuits sont alimentés directement par la dynamo. La dépense pour le courant électrique se trouve de beaucoup réduite du fait que les pertes résultant de la charge et de la décharge sont diminuées de 20%. Toutefois, cette disposition n'est possible que lorsque la source de courant est exempte d'oscillations harmoniques.

Un accumulateur complètement chargé ne peut pas être utilisé sans autre comme batterie tampon. Il faut, au contraire, le décharger de 10% de la capacité garantie. Le degré de charge des batteries tampon doit rester invariable. La capacité soustraite doit être remplacée par des charges correspondantes. Si la batterie se mettait à dégager des gaz, on devrait en conclure qu'elle se charge trop. Dans ce cas, il faudrait la décharger quelque peu comme indiqué ci-dessus, faute de quoi elle pourrait se détériorer par surcharge si le personnel préposé venait à manquer de vigilance.

*Rendement.* Le rendement d'un accumulateur peut s'exprimer de deux façons différentes: ou bien en quantité d'électricité (ampères-heures) ou en travail (watts-heures). Dans le premier cas, on aura:

$$\text{Rendement} = \frac{\text{ampères-heures à la décharge}}{\text{ampères-heures à la charge}}$$

et dans le second cas:

$$\text{Rendement} = \frac{\text{watts-heures à la décharge}}{\text{watts-heures à la charge}}$$

Comme la formation d'oxygène et d'hydrogène est inévitable vers la fin de la charge, le rendement ne pourra jamais être égal à 1. Il atteindra dans de bonnes batteries 90 à 95% en ampères-heures et 75 à 82% en watts-heures. Pour obtenir un rendement élevé, on tâchera, lorsque les conditions le permettent, de faire travailler les accumulateurs avec des courants de charge et de décharge inférieurs aux courants maxima. Si dans les batteries tampon la charge n'est pas poussée jusqu'au point où des gaz se développent, le rendement est encore meilleur et il atteint:

$$\begin{aligned} &\text{en ampères-heures } 97\% \\ &\text{en watts-heures } 85\%. \end{aligned}$$

*Accidents survenant aux électrodes, formation de sulfate de plomb dur.* L'apparition de sulfate de plomb cristallin sur les électrodes est la maladie dont souffrent le plus souvent les accumulateurs. Si l'on abandonne à lui-même un accumulateur plus ou moins déchargé, le sulfate de plomb qui s'est formé sur les électrodes prend peu à peu une forme cristalline. Tant à l'électrode négative qu'à la positive, il se forme des taches de matière dure qui envahissent bientôt toute la surface.

Alors que la couche qui se forme sur l'électrode négative est de couleur blanche, celle qui apparaît sur la positive est rougeâtre. Si l'on frotte ces plaques avec un bout de bois, on les trouve dures et sableuses.

La formation de sulfate cristallin doit être attribuée aux variations de température, qui influent sur la solubilité du sulfate ordinaire se formant sur les plaques à la fin de la charge. Si la température de l'électrolyte baisse, il se forme de petits cristaux qui

Löslichkeit des am Ende der Ladung auf den Platten befindlichen gewöhnlichen Bleisulfates zu beeinflussen vermögen. Kühlt sich nämlich der Akkumulator ab, so werden aus dem feinen Bleisulfat kleine Kristalle ausgeschieden, die bedeutend schwerer löslich sind als das gewöhnliche Sulfat. Die Kristalle bleiben erhalten, auch wenn der Elektrolyt sich wieder erwärmt und wachsen dann weiter bei nachfolgenden Abkühlungen. Bei unachtsamer Bedienung werden die Platten allmählich von einer weissen Schicht überzogen, welche die aktive Masse von der Flüssigkeit isoliert und so dem Strom den Zutritt erschwert. Schon bei Beginn der Ladung tritt an den Polen sulfatierter Zellen eine hohe Ladespannung auf und es setzt eine vorzeitige Gasentwicklung ein, die den Anschein erwecken könnte, der Akkumulator sei voll aufgeladen. Ein ähnliches Verhalten zeigen auch Platten, die noch sulfatfreie Stellen haben. In diesem Falle wird nur ein Teil der Zelle geladen. Die Säuredichte ist am Schluss der Ladung nicht auf den normalen Wert gestiegen und die Kapazität bleibt zurück. Bei Einschaltung auf Entladung tritt bald ein starker Spannungsabfall ein. Die kranken Zellen nehmen bei weiteren Ladungen und Entladungen immer mehr Schaden.

Da die Sulfatbildung äusserst lästig ist, muss sie mit allen Mitteln bekämpft werden. Vor allem darf eine entladene Batterie nicht ungeladen bleiben; vielmehr muss sie gleich nach dem Ausschalten wieder geladen werden. Sollte eine Vollandung nicht möglich sein, so empfiehlt es sich, vorderhand eine Teilladung vorzunehmen. Die Ladung einer am Abend abgeschalteten Batterie darf nicht auf den kommenden Tag verschoben werden. Die Vorschriften über Normalladung, Tiefentladung und über Ladung mit Ruhepausen unter Herabsetzung der Stromstärke sind genau zu beachten.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal, was schon im Abschnitt „Tiefentladung“ gesagt wurde: Nur durch ein- oder mehrmalige Tiefentladung bis zur zulässigen Spannungsgrenze kann eine dünne Sulfatschicht beseitigt werden. Durch die starke Volumenveränderung der Masse wird die Schicht derart gelockert, dass sie bei der nächsten Gasentwicklung abblättert. Die Säure kann wieder leicht in das Innere der Masse eindringen, und die Kapazität, die unter der garantierten zurückgeblieben ist, wird wieder steigen.

*Oefteres Ueberladen.* Wird — vielleicht aus Unachtsamkeit — öfters über das normale Mass hinaus geladen, so wird jeweilen durch die starke Gasentwicklung zu viel aktive Masse abgestossen, die dann auf den Gefässboden fällt. Dieser Schaden ist an den positiven Platten stärker bemerkbar als an den negativen. Es zeigt sich oft schon nach wenigen Betriebsmonaten ein ziemlich hoher dunkelbrauner pulveriger Bodensatz. Zudem werden bei jeder Ueberladung die Platten unnötigerweise erwärmt. Die Erwärmung bewirkt eine Ausdehnung der Platten und fördert weiter das Abfallen des aktiven Materials. Da die Kapazität von der Menge dieses Materials abhängig ist, so kann sie durch häufiges Ueberladen stark vermindert werden. Auch das Krümmwerden der Platten — namentlich der posi-

sonst beaucoup moins solubles que le sulfate ordinaire. Les cristaux ne se dissolvent pas lorsque la température remonte et grossissent à chaque chute de température. Si l'on ne surveille pas attentivement les accumulateurs, les plaques se couvrent graduellement d'une couche blanche qui isole la matière active de l'électrolyte et entrave par là le passage du courant. Les éléments sulfatés accusent un potentiel élevé au début de la charge déjà et dégagent prématurément les gaz, ce qui pourrait faire supposer que la charge est terminée. Même les accumulateurs qui ne sont que partiellement sulfatés présentent cette particularité. Dans ce cas, seule une partie des plaques peut se charger. A la fin de la charge, la densité de l'électrolyte ne monte pas à la valeur prescrite et la capacité est réduite. Lorsqu'une batterie sulfatée débite du courant, on constate bientôt une forte chute de tension. Les charges et décharges successives ne font que détériorer davantage les éléments sulfatés.

Comme la formation de sulfate présente de sérieux inconvénients, il faut la combattre énergiquement. En premier lieu, on ne laissera jamais au repos une batterie déchargée, mais on la rechargera sitôt qu'elle est hors de service. S'il n'est pas possible de la charger complètement, il faut provisoirement lui donner une charge partielle. On n'attendra donc pas le lendemain pour charger une batterie mise hors service le soir. Les prescriptions relatives aux charges normales, aux décharges poussées et aux charges avec intervalles de repos sous un faible courant doivent être strictement observées.

Si nous nous reportons à ce qui a été dit sous „décharges poussées“, nous voyons que pour faire disparaître une légère couche de sulfate il faut décharger une ou plusieurs fois la batterie jusqu'à la limite admise. Les fortes variations de volume que subit de ce fait la matière active désagrègent la couche de sulfate qui s'effrite au prochain dégagement de gaz. L'acide peut de nouveau plus facilement pénétrer dans la matière active et la capacité de l'accumulateur qui était descendue au-dessous de la capacité garantie augmente de nouveau.

*Surcharges fréquentes.* Si, par inadvertance, on surcharge fréquemment un accumulateur, une trop forte quantité de matière active se détachera des électrodes sous l'influence du dégagement intense des gaz et se précipitera au fond du bac. Ce défaut affecte davantage les électrodes positives que les négatives. Un dépôt brunâtre et pulvérulent apparaît au fond du bac au bout de quelques mois déjà. A chaque surcharge, les électrodes s'échauffent inutilement, ce qui a pour effet de les faire dilater et de favoriser la chute de matière active. Comme la capacité d'un accumulateur dépend de la quantité de matière active de ses plaques, elle se trouve fortement réduite de ce fait. Le gondolage des plaques positives surtout doit en partie être attribué à des surcharges répétées.

*Charges insuffisantes.* Si les charges sont insuffisantes pendant une longue période, la matière active des plaques négatives se sulfate, devient friable et tombe des grillages. Il faudra donc pousser la charge jusqu'à ce que les électrodes dégagent les gaz avec

tiven — ist zum Teil auf öfteres Ueberladen zurückzuführen.

*Ungenügende Ladung.* Bei andauernd ungenügender Ladung kann die Masse der negativen Platten durch Sulfatieren so locker werden, dass sie aus dem Gitter fällt. Es ist deshalb stets für Aufladung bis zur lebhaften Gasentwicklung Sorge zu tragen. *Es sei hier aber hervorgehoben, dass ein Akkumulator immer nur bis zur lebhaften Gasentwicklung aufzuladen ist. Ein längeres Aufladen, namentlich mit starkem Strom und starker Gasentwicklung, sei es bei einer Normalladung oder einer Ladung mit Ruhepausen, wird dem Akkumulator schaden.*

*Kurzschluss.* Ein Kurzschluss kann verschiedene Ursachen haben. Wie bereits gesagt, erfährt die aktive Masse bei der Ladung eine Ausdehnung und bei der Entladung eine entsprechende Verringerung des Volumens. Mit der Zeit krümmen sich die positiven Platten oft so stark, dass sie die Holzwischlagen durchstossen und mit den negativen Platten in Berührung kommen. Kurzschlüsse können auch durch herabfallende grössere Massstücke und Auswüchse an den negativen Platten verursacht werden. Die abgeworfenen Masseteile häufen sich mit der Zeit auf dem Gefässboden derart an, dass sie eine Verbindung zwischen den beiden Plattenarten herstellen.

Um Kurzschlüsse zu verhüten, müssen sämtliche Zellen sorgfältig beobachtet werden. Kommen Plattenkrümmungen schon im ersten Betriebsjahr vor, so ist dieser Mangel der Obertelegraphendirektion zu melden. Da der Lieferant für ein tadelloses Verhalten der Batterie ein Jahr lang Garantie leistet, kann er gegebenenfalls zu Ersatzleistungen herangezogen werden. Später auftretende Krümmungen sind in der Weise zu bekämpfen, dass man durch sorgfältiges Einschieben von Holzstäbchen oder Glasröhrchen die Platten gegenseitig versteift. Dabei wird natürlich vorausgesetzt, dass der Kurzschluss vorerst beseitigt wurde. Abgefallene Massstückchen, die zwischen den Platten stecken geblieben sind, werden mit einem Holz- oder Glasstäbchen vorsichtig losgelöst. Liegt der Schlamm auf dem Boden bereits so hoch, dass er die länger gewordenen positiven Platten berührt, so besteht noch keine unmittelbare Kurzschlussgefahr. Da aber der Schlamm bei weiterem Anwachsen auch die negativen Platten erreichen könnte, so empfiehlt es sich, ihn zu entfernen. Gleichzeitig werden auch noch die krummen Platten gerichtet. Diese Arbeiten müssen bei Batterien mit grossen Zellen von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon ausgeführt werden.

*intensité. Relevons toutefois que les charges ne doivent pas être poussées au-delà de leur limite, car elles auraient pour effet, surtout si elles se font sous un courant intense, accompagné d'un fort dégagement de gaz, de nuire à l'accumulateur, qu'il s'agisse d'une charge normale ou d'une charge avec intervalle de repos.*

*Courts-circuits.* Les courts-circuits peuvent se produire de différentes manières. En effet, comme il a déjà été dit, la masse active des électrodes se dilate à la charge pour diminuer de volume à la décharge. Sous ces influences, les plaques positives se gondolent à tel point qu'elles percent les séparateurs et entrent en contact avec les négatives. Les courts-circuits peuvent également être occasionnés par les fragments de matière qui se détachent des électrodes ou par des excroissances qui peuvent affecter les plaques négatives. La matière qui se détache forme au fond du bac un dépôt qui, avec le temps, peut provoquer un contact entre les deux sortes d'électrodes.

Pour éviter les courts-circuits, il y a lieu de surveiller attentivement les accumulateurs. Si les électrodes se gondolent déjà au cours de la première année, on en avisera la direction générale. Comme le fournisseur donne la garantie pour une année, il peut être tenu de remplacer les parties défectueuses. Passé le délai de garantie, on empêchera le gondolage en insérant des bâtons de bois ou des tubes de verre entre les électrodes en vue de les caler. On s'assurera au préalable qu'il n'y a plus de court-circuit. Les fragments de matière qui restent pris entre les plaques devront être enlevés soigneusement à l'aide d'un bâton de bois ou de verre. Si le dépôt touche déjà les plaques positives qui se sont rallongées, il n'y a pas encore de court-circuit à redouter; toutefois, comme il pourrait venir toucher les négatives, il est préférable de l'enlever. On profitera de l'occasion pour redresser les plaques qui se sont gondolées.

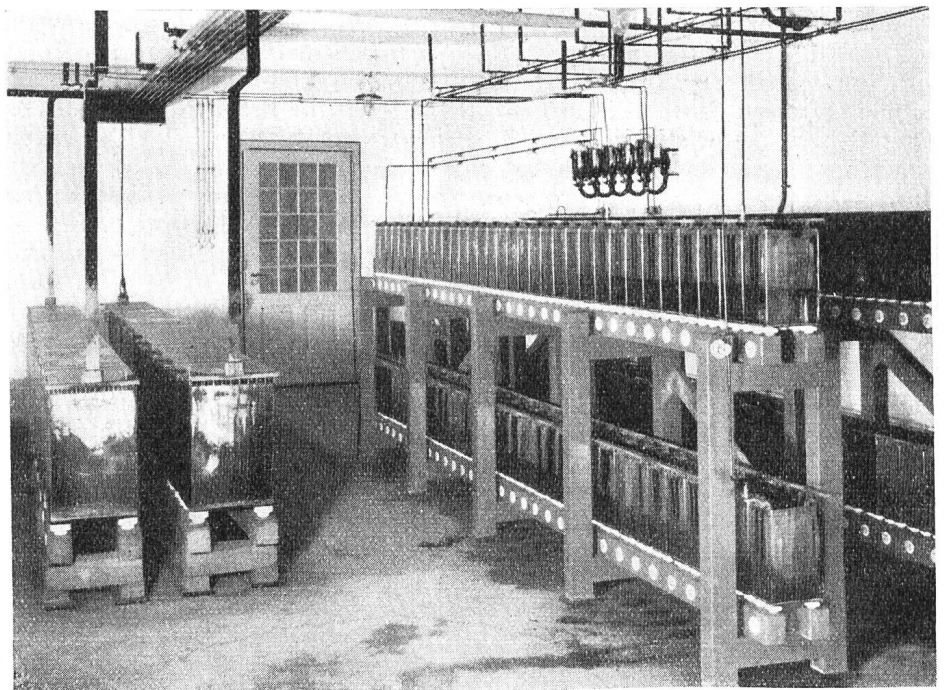


Fig. 28. Akkumulatorenraum Bern, Teilansicht. — Salle d'accumulateurs de Berne, vue partielle.

Zellen, die mit einem Kurzschluss behaftet sind, erschöpfen sich bei der Entladung rascher als gesunde Zellen und zeigen am Schluss der Entladung eine geringere Spannung und Säuredichte. Ein solcher Fehler muss einem achtsamen Bedienungspersonal schon bei der Ladung auffallen. Eine mit Kurzschluss behaftete Zelle wird erst später und bedeutend schwächer gasen als die gesunden Zellen. Verdächtige Zellen sind abzuleuchten und am Schluss der Ladung mit dem Spannungsmesser genau zu prüfen. Zurückgebliebene Zellen sind durch besondere Nachladungen mit den übrigen Zellen in Einklang zu bringen. Nachlässige Ueberwachung führt zu Sulfatbildung und gefährdet den Betrieb. Kurzschlüsse, die gleich nach der Entstehung beseitigt werden, schädigen die Zelle nur wenig. Bleibt aber ein Kurzschluss tage- oder gar wochenlang bestehen, so tritt eine Kapazitätsverminderung ein, die schliesslich zum völligen Zerfall der Zelle führt.

*Aus dem Gesagten geht deutlich hervor, dass eine Batterie mit ebenso grosser Aufmerksamkeit und Sorgfalt zu behandeln ist wie die übrigen Teile einer Telephonzentrale.*

Pour les accumulateurs de grandes dimensions, ce travail doit être exécuté par des spécialistes de la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon.

Les éléments affectés d'un court-circuit sont plus rapidement épuisés à la décharge; c'est pourquoi ils accusent à la fin de celle-ci une tension et une densité peu élevées. Un personnel attentif et intéressé remarquera déjà au début de la charge un défaut de ce genre. En effet, un accumulateur dont les électrodes sont partiellement court-circuitées mettra beaucoup plus de temps à dégager les gaz et ne les dégagera que faiblement. Les éléments suspects doivent être examinés à la lampe et vérifiés au voltmètre à la fin de la charge. Ceux qui auront été trouvés défectueux seront remis en ordre et soumis à des charges partielles en vue de les adapter aux éléments fonctionnant normalement. Un manque de surveillance peut être suivi de formation de sulfate et d'inconvénients pour le service. Les courts-circuits qui sont éliminés rapidement ne causent que peu de mal alors que ceux qui durent des journées voire des semaines réduisent fortement la capacité d'un élément et amènent sa destruction.

*Il ressort de ce qui vient d'être dit que les batteries d'accumulateurs demandent tout autant de soins que les autres installations de la centrale.*

## Die Erstellung oberirdischer Abonenteneinführungen.

Von H. Erni, Neuchâtel.

Macht man in einem oberirdischen Telephonnetze einen Rundgang von Abonent zu Abonent, so muss einem öfters auffallen, wie unzweckmässig und unschön die oberirdischen Drähte am Hause des Telephonabonnetten erstellt und eingeführt sind.

Der Eindruck ist noch bemühender, wenn es sich um unrationell erstellte Anlagen an Hausfassaden handelt, deren architektonische Gestaltung und sorgfältiger Unterhalt gewisse Rücksichten erheischen und demgemäss einige Anforderungen an die Linien- und Kabelführung stellen.

Daraus ergibt sich, dass man die mit dem Bau der Zuführungen beauftragten Gruppenchefs und Linienarbeiter nicht nach Gutdünken schalten und walten lassen darf, sondern ihnen vor Beginn der Arbeiten genaue Instruktionen erteilen muss, unter Aushändigung einer Skizze, die die Linienführung und die Disposition der Einführungskabel vom letzten Isolator bis zur Einführungsstelle zeigt. Diese vom Linienbeamten ausgehenden Wegleitungen stützen sich auf eine vorgängige Besprechung mit dem Abonnetten und Untersuchung aller Verhältnisse, die zu berücksichtigen sind. Und deren gibt es mannigfaltige.

Zuvörderst lässt man sich den Raum zeigen, wo der Telephonapparat aufzustellen ist. Unter Berücksichtigung der Stelle des Erdanschlusses der Blitzschutzapparate, die möglichst nahe gelegen sein soll, wird alsdann der Ort bestimmt, wo die Einführungskabel montiert werden sollen. Grundsätzlich sind

## Introduction des fils aériens dans les postes d'abonnés.

Par H. Erni, Neuchâtel.

Si, dans un réseau téléphonique, l'on passe en revue les postes d'abonnés, on est souvent frappé de voir combien les fils aériens qui les desservent sont installés et introduits d'une façon irrationnelle et peu esthétique dans les bâtiments.

L'impression qu'on en ressent est tout particulièrement pénible lorsque les fils posés de cette façon empruntent des façades dont l'aspect architectonique et l'état de bon entretien obligent à user de quelques égards et, partant, à se soumettre à certaines exigences lors du montage des fils et câbles d'introduction.

Aussi convient-il de ne pas laisser agir à leur guise les chefs de groupes et ouvriers de ligne chargés d'établir les introductions, mais de leur donner des instructions précises avant le commencement des travaux et de leur remettre un croquis représentant la disposition des fils ainsi que le tracé que suivra le câble d'introduction depuis le dernier isolateur jusqu'à l'entrée du poste. Ces instructions, qui doivent émaner du fonctionnaire préposé au service des lignes, seront le fruit d'un entretien préalable avec l'abonné et s'inspireront de toutes les circonstances, très variées, qu'il faudra considérer en l'occurrence. —

Pour commencer, on doit se faire montrer le local destiné à recevoir l'appareil téléphonique. Puis on fixe l'endroit où les câbles d'introduction doivent être montés, en tenant compte du point, qui doit être aussi rapproché que possible, où les parafoudres seront reliés à la terre. En principe, les câbles d'in-