

Betriebserfahrungen mit Akkumulatoren = Expériences réalisées dans l'exploitation avec les accumulateurs

Autor(en): **Müller, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und
Telegraphenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes,
téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda
delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **40 (1962)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875106>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

sichtig ist. Beim Übergang fällt die Frequenz kurzzeitig um etwa 5 % und überschwingt um etwa 2 %. Die Spannung variiert dabei nur um 2...3 %. Der Stromstoss erreicht dabei höchstens den zweifachen Nennwert.

Mit der beschriebenen Einrichtung wurden, wie aus mehrjähriger Erfahrung hervorgeht, die gewünschten Ziele voll erreicht.

En cas de passage d'un état à un autre, la fréquence tombe brièvement d'environ 5 % et remonte subitement de 2 %. La tension ne varie ainsi que de 2...3 %. Le choc de courant atteint au maximum la valeur nominale double.

L'installation décrite ci-dessus a, ainsi que les expériences de plusieurs années l'ont démontré, atteint pleinement les buts visés.

Adresse des Auteurs: *Ernst Baer*, Ingenieur, Säntisstrasse 9, Wettingen AG.

E. Müller, Bern

621.355.2.004

Betriebserfahrungen mit Akkumulatoren *

Expériences réalisées dans l'exploitation avec les accumulateurs *

Zusammenfassung. Zur Aufrechterhaltung des Betriebes von Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen der Nachrichtentechnik dient bei Störungen am öffentlichen Speisernetz die in Akkumulatoren aufgespeicherte Energie als erste Einsatzreserve. Die Fernmeldebetriebe der schweizerischen PTT verwenden zu diesem Zweck in ihren Stromversorgungsanlagen ausschliesslich Bleiakkumulatoren und zwar, abgesehen von den in letzter Zeit eingeführten Röhrenplatten-Batterien, solche mit positiven GROSSOBERFLÄCHENPLATTEN und negativen Kastenplatten.

Jahrzehntelange Erfahrungen mit GROSSOBERFLÄCHENBATTERIEN haben gezeigt, dass fast ausschliesslich die jeweilige Betriebsart deren Lebensdauer und Einsatzbereitschaft bestimmt. Anhand von praktischen Beispielen wird ausgeführt, wie die einzelnen Betriebsarten, besonders der Lade-Entladebetrieb, Pufferbetrieb oder reine Ladeerhaltebetrieb, die Leistungsfähigkeit und das Aussehen von Akkumulatoren beeinflussen.

Den Abschluss bilden Hinweise auf wesentliche Merkmale der neuen raumsparenden Batterien mit positiven Röhren- und negativen Gitterplatten.

1. Konstruktionsart der Batterien von Energieversorgungsanlagen der Nachrichtentechnik

Die schweizerischen PTT-Betriebe verwenden in ihren Energieversorgungsanlagen ausschliesslich Bleiakkumulatoren, und zwar:

a) Akkumulatorbatterien (im folgenden Batterien genannt) mit positiven GROSSOBERFLÄCHENPLATTEN und negativen Kastenplatten. *Figur 1* zeigt links eine positive GROSSOBERFLÄCHENPLATTE (*a*), auch Planté-Platte genannt, bei welcher die aktive Masse durch eine besondere Formation auf elektrochemischem Weg direkt aus dem Weichblei der Platte erzeugt wird. Bei der negativen Kastenplatte (*b* in *Fig. 1*) ist die aktive Masse in zwei kastenartige Hälften eingestrichen und an den Aussenseiten mit gelochten Bleiblechen eingeschlossen.

b) Batterien mit positiven Röhrenplatten und negativen Gitterplatten. Der Aufbau solcher Akkumulatoren wird im Abschnitt 7 behandelt.

* Vortrag, gehalten an der 20. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik, am 14. September 1961 in Luzern.

Résumé. Lorsque des dérangements affectent le secteur d'alimentation public, l'énergie emmagasinée dans les accumulateurs sert de première réserve pour maintenir le service des équipements de commutation et de transmission des télécommunications. Les services des télécommunications des PTT suisses utilisent à cet effet dans leurs installations d'énergie exclusivement des accumulateurs au plomb, abstraction faite des batteries à plaques tubulaires, mises en service ces derniers temps, qui sont équipées de plaques positives à grande surface et de plaques négatives à caissons.

Les expériences réalisées pendant des décennies avec des batteries équipées de plaques à grande surface ont révélé que le genre de service détermine presque exclusivement leur longévité et leur disponibilité d'emploi. Des exemples pratiques démontrent comment les différents genres de service, en particulier le service de charge/décharge, le service en tampon ou le simple service de compensation de charge, influencent la capacité et l'aspect des accumulateurs.

Des renseignements sur les caractéristiques essentielles des nouvelles batteries à plaques tubulaires positives et plaques à grille négatives, économisant de la place, terminent cet exposé.

1. Construction des batteries d'installations d'énergie des télécommunications

L'entreprise des PTT suisses utilise dans ses installations d'énergie exclusivement des accumulateurs au plomb:

a) Batteries avec plaques positives à grande surface et plaques négatives à caissons.

La *figure 1* montre, à gauche, une plaque positive à grande surface, appelée aussi plaque *Planté*, où la masse active est produite par une formation spéciale, par voie électrochimique, directement du plomb doux de la plaque.

Pour la plaque négative à caissons (à droite sur la *figure 1*), la masse active est empâtée en deux moitiés en forme de caissons et fermée sur les côtés extérieurs par des feuilles de plomb percées.

b) Batteries avec plaques tubulaires positives et plaques à grille négatives. La construction de ces accumulateurs est spécialement traitée au chiffre 7.

* Traduction d'un exposé à la 20^e journée suisse de la technique des télécommunications à Lucerne, le 14 septembre 1961.

2. Betriebsarten

Bei der Auswertung von Betriebserfahrungen mit Batterien müssen im wesentlichen folgende Betriebsarten mitberücksichtigt werden.

2.1 Lade-Entlade-Betrieb

Wie der Ausdruck sagt, handelt es sich um eine abwechslungsweise Ladung und Entladung einer Batterie, wobei dieser jeweils der grösste Teil der Nennkapazität entnommen wird. Bei einem teilweisen Lade-Entlade-Betrieb wird die Beanspruchung eines Akkumulators um so kleiner, je mehr die Ampèrestunden je Entladezyklus herabgesetzt werden.

2.2 Pufferbetrieb

Eine Batterie befindet sich dann im Pufferbetrieb, wenn sie mit einem Gleichstromerzeuger und einem Verbraucher mit schwankender Last parallel arbeitet. Die aus einer Batterie an einen Verbraucher abgegebene und vom Gleichstromerzeuger unmittelbar wieder nachgeladene Elektrizitätsmenge beträgt beim Telefonbetrieb je nach Art der Gleichrichterregulierung grössenordnungsmässig einige mAs bis As je Zyklus.

2.3 Ladeerhaltungs- und Schwebeladebetrieb

Diese Bezeichnungen weisen darauf hin, dass eine Batterie unter Berücksichtigung ihrer Selbstentladung und allfälliger kurzzeitiger Belastungen durch angeschlossene Verbraucher dauernd geladen bleibt. Bei der Beurteilung von entsprechenden Ladespannungen zur Erhaltung der Batteriekapazität muss klar unterschieden werden, ob eine Batterie abgetrennt vom Verbraucher nur zur Deckung der Selbstentladung geladen wird, also «ruhig» ist, oder ob sie parallelgeschaltet mit einem netzgespeisten Verbraucher doch, wenn auch nur geringfügig, im Pufferbetrieb ist und demzufolge «bewegt» wird.

3. Betriebserfahrungen mit GROSSOBERFLÄCHENBATTERIEN

3.1 Batterien im Lade-Entlade-Betrieb

Um die Jahrhundertwende wurden die Primärelemente der Telegraphenämter der PTT, erstmals in Bern im Jahre 1897, durch Bleiakumulatoren ersetzt. Mit dem Einzug des Telefons und besonders mit der Einführung des Zentralbatteriesystems sowie der automatischen Zentralen wuchs entsprechend der Bedarf an Batterien. Bis anfangs der dreissiger Jahre befanden sich diese Batterien ausschliesslich im Lade-Entlade-Betrieb. Der Batterieverbleiss war wegen der starken Schlamm- und Bleibildung gross. Das mittlere Alter solcher Batterien dürfte kaum länger als 3...4 Jahre gewesen sein.

3.2 Akkumulatoren im Pufferbetrieb

Gestützt auf einen Versuchsbericht der damaligen Versuchssektion der PTT, scheint man erstmals im Jahre 1930 Schritte unternommen zu haben, um diesem anomalen Batterieverbleiss, vielfach auch bedingt durch nicht fachgemässe Behandlung der Batterien, Einhalt zu gebieten. Im erwähnten Bericht, verfasst von J. Kaufmann, heisst es nämlich u. a.:

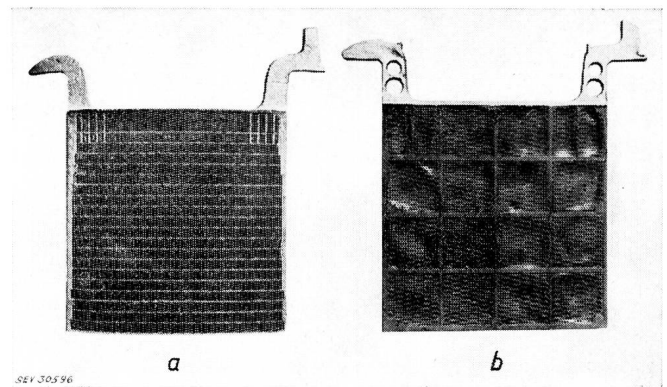


Fig. 1. GROSSOBERFLÄCHEN- und KASTENPLATTEN
a positive GROSSOBERFLÄCHENPLATTE; b negative KASTENPLATTE
a plaque positive à grande surface; b plaque négative à caissons

2. Genres de service

En appréciant les expériences réalisées en service avec des batteries, il faut en principe tenir compte des genres de service suivants:

2.1 *Le service de charge/décharge*: Cette expression signifie qu'il s'agit de charger et de décharger alternativement une batterie, la plus grande partie de la capacité nominale étant puisée chaque fois dans la batterie. Dans un service de charge/décharge partiel, la mise à contribution d'un accumulateur est d'autant plus faible que nous diminuons les ampères-heure par cycle de décharge.

2.2 *Service en tampon*: Une batterie accomplit un service en tampon, lorsqu'elle fonctionne en parallèle avec une génératrice à courant continu et un consommateur à charge variable. Les quantités d'électricité fournies à un consommateur par une batterie immédiatement rechargée par la génératrice à courant continu sont dans l'exploitation téléphonique, selon le genre de régulation du redresseur, de l'ordre de grandeur du mAs à l'As par cycle.

2.3 *Service de compensation de charge et service en charge flottante*: Ces désignations indiquent qu'une batterie reste chargée en permanence, compte tenu de sa décharge spontanée et de ses charges éventuelles de courte durée par des consommateurs raccordés. En appréciant les tensions de charge nécessaires pour maintenir la capacité, il faut clairement spécifier si une batterie n'est chargée, séparément du consommateur, que pour couvrir la décharge spontanée, c'est-à-dire si elle est «immobile», ou si, connectée en parallèle avec un consommateur alimenté par le secteur, elle fonctionne en tampon et est, par conséquent, en «mouvement», même si ce n'est que faiblement.

3. Expériences réalisées dans l'exploitation avec des batteries pourvues de plaques à grande surface

3.1 *Batteries en service de charge/décharge*: A la fin du siècle dernier, les éléments primaires des offices télégraphiques furent remplacés, pour la première fois à Berne en 1897, par des accumulateurs au plomb.

«Die Batterie wird einfach soweit entladen, bis sich irgendeine Störung zeigt oder überhaupt keine Gesellschaftsanschlüsse und Selektoren mehr funktionieren. Dann erst wird der Gleichrichter eingeschaltet. Auch während der Ladung wird in den seltensten Fällen auf die Spannung Achtung gegeben. Es wird solange geladen, bis sich das Zischen der übermäßig starken Gasentwicklung hören lässt oder bis der stechende Säuregeruch in die Nase des Stelleninhabers sticht.»

In einem weiteren Bericht gibt der gleiche Verfasser Auskunft über die erzielten Verbesserungen mit einer mit 51 V, das heisst 2,13 V/Zelle automatisch gepufferten Batterie gegenüber einer solchen im Lade-Entlade-Betrieb. Der entsprechende Bericht führt aus:

«Die mehrmaligen Kapazitätsproben an einer Versuchs-batterie entsprechen den immer wieder verlangten Tiefentladungen. Unser Vergleich beweist aber wenigstens für kleine Batterien, dass eine Batterie ihre Kapazität auch ohne Tiefentladungen zu halten vermag, sofern sie entsprechend behandelt wird. Bei unserem angeführten Ladeprozess ist die Batterie stets in Bewegung, und das ist nach unserer Ansicht eine Hauptbedingung für die Erhaltung der Kapazität.»

Auf Grund dieser Erkenntnisse und der Weiterentwicklung der Gleichrichtergeräte wurde der Pufferbetrieb immer mehr eingeführt, und zwar immer mit dem Ziel, die Batterie, parallel geschaltet mit der Zentrale, mit möglichst kleinen Spannungserhöhungen voll geladen zu halten.

3.3 Akkumulatoren im Ladeerhaltungsbetrieb

Die Weiterentwicklung der Energieversorgungsanlagen hat dann auch die Möglichkeit gegeben, die Batterien bei Netzbetrieb vom Verbraucher zu trennen und dauernd zu laden, ohne dass bei Netzausfällen ein Unterbruch in der Speisung erfolgt. Über die Frage, auf welcher Ladeerhaltungsspannung eine Batterie beim Puffer- und reinem Ladebetrieb gehalten werden muss, damit diese dauernd mit voller Kapazität einsatzbereit bleibt, wurde und wird heute noch viel diskutiert.

Die Abteilung Forschung und Versuche der PTT hat im Jahre 1946 diesbezügliche Versuche unternommen. Mehrere kleine Batterien eines bestimmten Fabrikates von 16 Ah wurden ohne angeschlossenen Verbraucher auf verschiedenen, aber konstanten Spannungen gehalten, also geladen, und deren Kapazität dreimal monatlich durch Entladen gemessen. Auf Grund der Ergebnisse wird im entsprechenden Bericht (von H. Engel) eine Ladeerhaltungsspannung von 2,3 V/Zelle empfohlen.

Unverständlich ist die Empfehlung eines nicht mit Namen genannten Autors, der noch zwei Jahre später, im Jahre 1948, in einer technischen Zeitschrift über das Thema «Was wir vom Akkumulator wissen müssen» u. a. schreibt:

«Schwach beanspruchte Akkus entladen wir alle

A l'apparition du téléphone et spécialement à la mise en service du système à batterie centrale ainsi que des centraux automatiques, les besoins en batteries se firent de plus en plus impérieux. Jusqu'aux environs de 1930, ces batteries étaient exclusivement exploitées en charge/décharge. Leur usure était très forte du fait de l'importante formation de dépôt. L'âge moyen était à peine supérieur à 3-4 ans.

3.2 *Accumulateurs dans le service en tampon:* Aux termes d'un rapport d'essai de la section du contrôle des PTT d'alors, il semble que, pour la première fois en 1930, on a entrepris des démarches en vue de mettre un frein à l'usure extraordinaire des batteries, souvent aussi occasionnée par un traitement irrationnel.

Dans le rapport susmentionné, J. Kaufmann dit entre autres choses:

«La batterie est simplement déchargée jusqu'à ce qu'un dérangement quelconque survienne ou que tous les raccordements collectifs et les sélecteurs ne fonctionnent plus. Ce n'est qu'alors que le redresseur est enclenché. Même pendant la charge, on ne surveille que très rarement la tension. La batterie est chargée jusqu'à ce que le sifflement provoqué par le dégagement démesurément intense de gaz se fasse entendre ou que l'odeur piquante de l'acide chatouille le nez du titulaire.»

Dans un autre rapport, le même auteur renseigne sur les améliorations obtenues avec une batterie fonctionnant automatiquement en tampon sous 51 volts, c'est-à-dire 2.13 volts par cellule, par rapport à une batterie effectuant un service de charge/décharge. Ce rapport explique:

«Les essais de capacité répétés sur une batterie expérimentale correspondent aux décharges poussées toujours demandées. Mais notre comparaison prouve, tout au moins pour les petites, qu'une batterie peut aussi conserver sa capacité sans décharges poussées, si elle est traitée en conséquence. Dans le nouveau principe de charge que nous avons indiqué, la batterie est constamment «en mouvement» et c'est à notre avis une des conditions principales pour le maintien de la capacité.»

D'après ces connaissances et les progrès réalisés dans la mise au point des redresseurs, le service en tampon fut de plus en plus introduit, dans le dessein de maintenir à pleine charge la batterie, connectée en parallèle avec le central, avec des augmentations de la tension aussi petites que possible par rapport à la tension au repos.

3.3 *Accumulateurs dans le service de compensation de charge:* Le développement constant des installations d'énergie a fourni la possibilité de couper les batteries du consommateur lors du service par le secteur et de les charger en permanence, sans que les pannes de secteur provoquent une interruption dans l'alimentation. On a déjà beaucoup discuté et on discute encore pour savoir à quelle tension de compensation de charge une batterie doit être maintenue dans le

8 bis 14 Tage so tief als zulässig und laden sie dann wieder bis zur vollen Gasentwicklung auf.»

In einem anderen, in den «Hasler Mitteilungen» erschienenen Aufsatz von *M. Oberholzer*, vom April 1949, wird bezüglich der im Minimum erforderlichen Ladeerhaltungsspannung, allerdings für einen Pufferbetrieb, folgende Auffassung vertreten:

«Gestützt auf diese Erkenntnis kann eine Stromlieferungsanlage für Ladeerhaltebetrieb sehr einfach gebaut werden, indem man Batterie, Gleichstromerzeuger und Verbraucher dauernd parallel schaltet. Um die volle Batteriekapazität bei Ladebetrieb zu erhalten, genügt es, die Batteriespannung auf 2,15 bis 2,18 V je Element zu halten, was bei 24 Elementen einer Betriebsspannung von 51,6 V bis 52,3 V entspricht.»

Aus den vielen verschiedenartigen Ergebnissen mit unterschiedlichen Schwebeladespannungen sollen nur folgende erwähnt werden:

1. Eine, von der Zentrale bei Netzbetrieb abgetrennte Batterie wurde während zweier Jahre dauernd auf 2,33 V/Zelle geladen. Bei der Kapazitätsprobe hat diese nur 90 % ihrer Nennkapazität aufgewiesen. Nach der darauffolgenden Ladung konnte der Batterie jedoch wieder 100 % der Kapazität entnommen werden. *E. Anderfuhren*, von der Abteilung Forschung und Versuche der PTT, kommt nach diesem Ergebnis zu folgendem Schluss:

a) Ein Bleiakкумуляtor, der fortwährend in Bereitschaftsstellung steht, ohne je etwas leisten zu müssen, verliert an Kapazität, selbst wenn seine Ladeerhaltungsspannung 2,33 V/Zelle beträgt.

b) Er erhält seine volle Kapazität jedoch sofort wieder, wenn er teilweise entladen und nachher wieder aufgeladen wird.

c) Aus obigem folgt, dass Batterien nicht immerfort in Bereitschaftsstellung belassen werden sollten, sondern ab und zu (wenn auch nur geringfügig) arbeiten müssen.»

2. Bei einem anderen Versuch dagegen lieferte eine Zentralenbatterie im Pufferbetrieb nach zwei Jahren 100 % ihrer Kapazität, bei einer Zellenspannung von nur 2,05...2,2 V. Eine weitere Batterie, ungleichen Fabrikates, aber praktisch unter gleichen Betriebsbedingungen, hat wesentlich an Kapazität eingebüsst. Der Grund zu vielen solchen unterschiedlichen und sich teilweise widersprechenden Betriebsergebnissen liegt allerdings vielfach in der Nichtberücksichtigung wesentlicher Faktoren, auf die später noch hingewiesen werden soll.

4. Aussehen einer Batterie und die möglichen Rückschlüsse auf deren Zustand

Die Erfahrung zeigt, dass das Aussehen einer Batterie auf deren Zustand und Betriebsart schliessen lässt. Die *Figuren 2 bis 7* sollen dies erläutern.

Figur 2 zeigt eine gesunde Batterie mit 15 Betriebsjahren. Man sieht gerade, hellgraue negative und dunkelbraune positive Platten, braunen, klar abgezeichneten Niederschlag unter den Aussenseiten der

service en tampon et dans celui de simple charge, pour qu'elle reste en permanence prête à l'emploi à pleine capacité.

La division des recherches et des essais a entrepris des essais à ce sujet en 1946.

Plusieurs petites batteries de 16 Ah d'une fabrication déterminée ont été maintenues, c'est-à-dire chargées, sans consommateur raccordé, à des tensions différentes mais constantes et leur capacité a été mesurée trois fois par mois par les décharges. Le rapport adéquat, établi sur la base des résultats obtenus et rédigé par *H. Engel*, recommande une tension de compensation de charge de 2,3 V par élément.

Nous ne comprenons pas la recommandation d'un auteur anonyme qui, en 1948, soit deux ans plus tard, traitant le sujet «Ce que nous devons savoir de l'accumulateur», écrit notamment dans une revue technique:

«Nous déchargeons tous les 8 à 14 jours les accumulateurs faiblement mis à contribution d'une façon aussi poussée que cela est admis et nous les rechargeons jusqu'à plein dégagement de gaz.»

Dans un article paru dans les «Communications Hasler» d'avril 1949, l'auteur, *M. Oberholzer*, exprime l'opinion suivante au sujet de la tension de compensation de charge minimum nécessaire à un service en tampon:

«Se fondant sur ces connaissances, on peut construire très simplement une installation d'énergie pour le service de compensation de charge, en connectant en permanence la batterie, la génératrice à courant continu et le consommateur en parallèle. Pour obtenir la capacité totale de la batterie en service de compensation de charge, il suffit de maintenir la tension de la batterie à 2,15 à 2,18 V par élément, ce qui correspond pour 24 éléments à une tension de service de 51,6 à 52,3 V.»

Des nombreux résultats différents obtenus avec les mêmes tensions de charge flottante, nous ne citerons que les suivants:

1. Une batterie, coupée du central alimenté par le secteur, a été chargée en permanence pendant deux ans à 2,33 V par élément.

Lors de l'essai de capacité, cette batterie n'a fourni que 90 % de sa capacité nominale. Après que la charge ait été refaite, la batterie a pu livrer à nouveau 100 % de sa capacité. *E. Anderfuhren*, de la Division des recherches et des essais de la Direction générale des PTT, conclut ce qui suit à la suite de ce résultat:

a) Un accumulateur au plomb, qui se trouve continuellement en position de préparation sans devoir fournir quoi que ce soit, perd de sa capacité, même si sa tension de compensation de charge est de 2,33 V par élément.

b) Il recouvre immédiatement sa capacité intégrale s'il est partiellement déchargé et ensuite rechargé.

c) Ce qui précède démontre que les batteries ne devraient pas toujours être maintenues en position de préparation, mais qu'elles doivent travailler par-ci par-là (même si ce n'est que dans une faible mesure).»

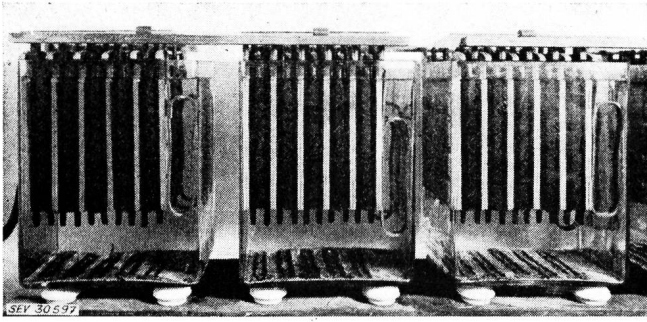


Fig. 2. 180-Ah-Batterie, 15 Jahre im dauernden Ladeerhaltungsbetrieb
Batterie de 180 Ah après 15 ans de service de compensation de charge permanente.

positiven Platten; dazwischen grauen Schlamm. Batterien mit diesem Aussehen arbeiten unter idealen Ladeverhältnissen.

Figur 3 zeigt eine Batterie mit ebenfalls 15 Betriebsjahren, jedoch mit wesentlich grösserer Schlamm- bildung unter den Enden der positiven Platten. Die Schlammfarbe ist nur dunkelbraun. Der Ladeerhalte- strom einer so aussehenden Batterie ist mit Sicher- heit an der obersten zulässigen Grenze.

Eine Schlammablagerung von etwa 40 mm in sieben Jahren durch vorwiegenden Lade-Entlade-Betrieb zeigt Figur 4. Darüber liegt eine Schlammschicht von nur 10 mm, während weiterer sieben Jahre, dank der Umstellung auf einen nur teilweisen Lade-Entlade-

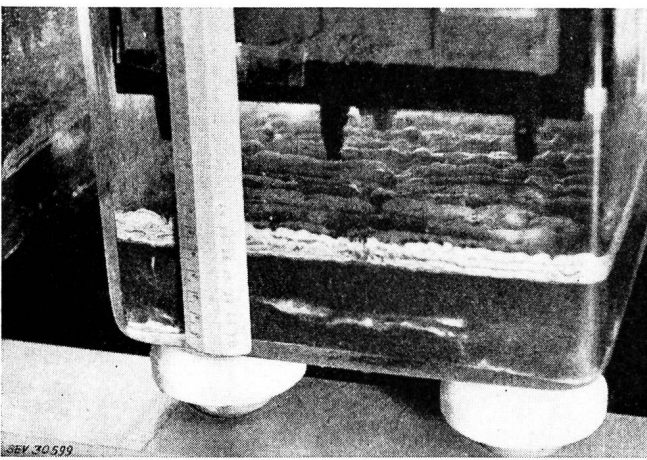


Fig. 4. 432-Ah-Batterie, 15 Jahre in Betrieb. Unterschiedliche Schlammablagerung im Laufe der Zeit, bedingt durch unterschiedliche Betriebsarten
Unten: 40 mm Schlamm in 7 Jahren bei Lade-Entlade- Betrieb; darüber: 10...12 mm Schlamm in weiteren 7 Jahren bei nur teilweisem Lade-Entlade-Betrieb
Die durchgehend graufarbige Schlammoberfläche zeigt, dass wegen wiederum geänderter Verhältnisse die Lade- erhaltungsspannung zu tief gehalten wird
Batterie de 432 Ah ayant 15 ans de service. Différents dépôts de boue au cours de cette période, dus à divers genres de service
En bas: 40 mm de boue en 7 ans, en service de charge/ décharge; au-dessus: 10...12 mm de boue en 7 ans égale- ment, en service de charge/décharge seulement partiel. La surface du dépôt de boue de couleur absolument grise montre que la tension de compensation de charge est maintenue trop basse par suite de conditions à nouveau modifiées

2. Lors d'un autre essai, en revanche, une batterie de central a fourni dans le service en tampon après deux ans 100 % de sa capacité, la tension par élément n'étant que de 2,05 à 2,2 V. Une autre batterie, qui n'a pas été livrée par le même fabricant, a, pratique- ment dans les mêmes conditions de service, perdu considérablement de sa capacité. Le motif de ces nombreux résultats différents et se contredisant parti- ellement réside dans le fait que des facteurs impor- tants, sur lesquels nous reviendrons, ne sont pas pris en considération.

4. L'aspect d'une batterie et les conclusions possibles sur son état

Les figures 2 à 7 indiquent quelles conclusions re- latives à l'état et à la nature du service l'aspect d'une batterie permet de tirer.

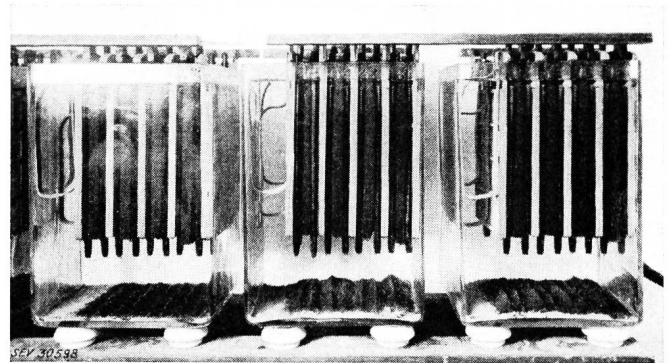


Fig. 3. 144-Ah-Batterie nach 15 Jahren Ladeerhaltungsbetrieb, aber mit etwas zu grossem Dauerladestrom
Batterie de 144 Ah après 15 ans de service. Compensation de charge avec courant de charge permanent quelque peu trop élevé

Figure 2: Batterie en bon état après 15 ans de ser- vice. Plaques droites, de couleur gris clair pour les négatives et brun foncé pour les positives. Précipité brun clairement délimité sous les côtés extérieurs des plaques positives; dépôt gris intercalaire. Les batteries ayant cet aspect se trouvent dans des conditions de charge idéales.

Figure 3: Batterie ayant également 15 ans de ser- vice. Formation d'un dépôt nettement plus grand sous les extrémités des plaques positives. Couleur du dépôt uniquement brun foncé. Le courant de com- pensation de charge d'une batterie ayant cet aspect est certainement à la limite supérieure admise.

Figure 4: Dépôt de boue d'environ 40 mm en sept ans par service de charge/décharge prédominant. Au- dessus, seulement 10 mm de boue, pendant également sept ans, grâce à la modification en un service de charge/décharge seulement partiel. La surface du dé- pôt de boue n'est que de couleur grise par suite d'un nouveau changement en un service en tampon mais avec une tension en tampon trop faible. Un dépôt de boue dont la surface n'est que de couleur grise, sans marquage brun des plaques positives, indique avec certitude une charge trop faible des batteries.

Betrieb. Die graufarbige Schlammoberfläche hat sich wegen einer weiteren Umstellung auf Pufferbetrieb, jedoch mit zu geringer Pufferspannung, gebildet. (Eine nur graue Schlammoberfläche, ohne braune Markierung der positiven Platten, weist mit Sicherheit auf eine zu kleine Ladung der Batterien hin.)

Das schlechteste Element einer Zelle bestimmt die Leistungsfähigkeit einer Batterie. *Figur 5* zeigt eine 22-jährige Batterie im Schwebeladebetrieb, die wegen defekter Einzelelemente im Betrieb versagen musste. Verbogene und gesprungene positive Platten, abgebogene Anschlussfahnen und Kurzschlussgefahr durch Splitter einer positiven Platte charakterisieren eine solche Zelle.

Zwei in Serie geschaltete Zellen einer achtjährigen Batterie mit einer dauernden Schwebeladung von 2,3 V/Zelle zeigt *Figur 6*. Die Zelle links mit dem richtigen braungrauen Schlamm bild ist gesund. Im Element rechts dagegen ist unter genau gleichen Betriebsverhältnissen die Schlammoberfläche nur grau, was in diesem Falle mit Sicherheit auf einen Defekt, vermutlich auf einen internen Kurzschluss, hinweist.

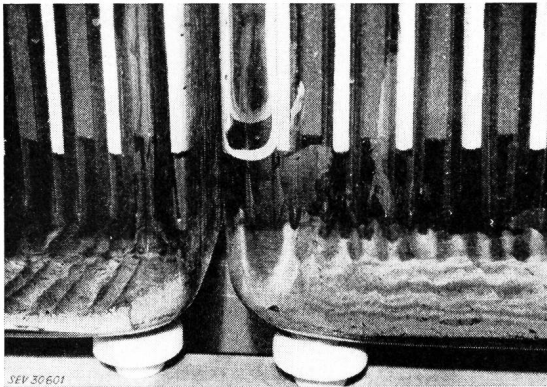


Fig. 6. Zwei Zellen einer 1296-Ah-Batterie, deren Schlammbilder unter genau gleichen Ladeverhältnissen unterschiedliche Formen und Farben zeigen
Links: gesunde Zelle mit brauner Gratbildung unter den positiven Platten; rechts: kranke Zelle mit nur grauer Schlammoberfläche

Deux éléments d'une batterie de 1296 Ah, dont les figures des dépôts de boue indiquent des formes et des couleurs différentes dans des conditions de charge exactement les mêmes

Élément de gauche: élément sain avec formation cristalline brune sous les plaques positives; élément de droite: élément malade avec surface du dépôt de boue uniquement grise

Drei Zellen verschiedener Fabrikate in ein und derselben Energielieferungsanlage für Pufferbetrieb mit langsamer Motorregulierung in den Grenzen zwischen 2,05 und 2,18 V/Zelle zeigt *Figur 7*. Im wesentlichen verhalten sich zwei Fabrikate nach den beiden oberen Aufnahmen einer linken und rechten Zellenhälfte gleich. Klare, gratförmige Zeichnung des Schlammes unter den Aussenseiten der positiven Platten. Diese Batterien besaßen nach acht Jahren Betrieb noch 100 % ihrer Nennkapazität. Dagegen hat das Fabrikat nach dem unteren Bild in acht Jahren fast 20 %

Figure 5: L'élément le plus mauvais d'une batterie fixe sa possibilité d'utilisation. Il s'agit d'une batterie de 22 ans en charge flottante, qui a dû être mise hors service par suite d'éléments défectueux. Plaques positives déformées et fendues, talons de raccordement pliés. Danger de court-circuit par un éclat d'une plaque positive.

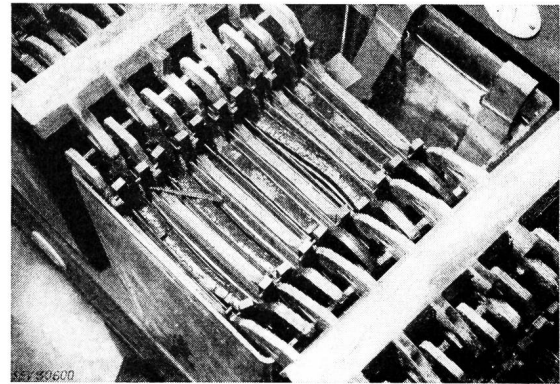


Fig. 5. Defekte Elemente einer 22-jährigen Zelle
Éléments défectueux d'une batterie ayant servi pendant 22 ans

Figure 6: Deux éléments connectés en série d'une batterie de huit ans avec une charge flottante permanente de 2,3 V par élément. L'élément de gauche avec formation correcte d'un dépôt gris brun est sain. Dans l'élément de droite, la surface du dépôt de boue n'est, pour des conditions d'exploitation absolument identiques, que gris, ce qui, dans ce cas, indique avec certitude un défaut, probablement un court-circuit interne.

Figure 7: Trois éléments de marques différentes dans la même installation d'énergie pour service en

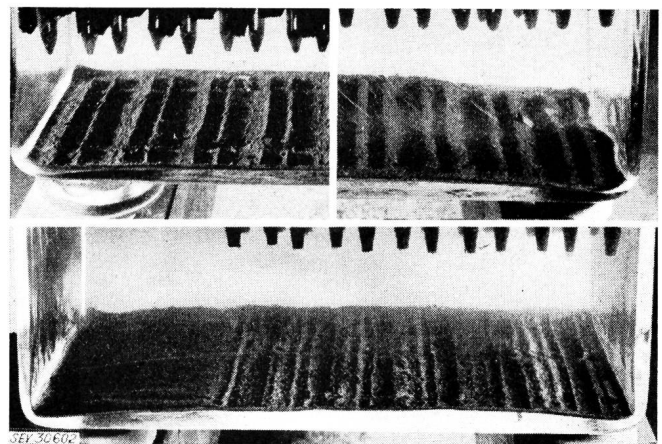


Fig. 7. Drei Schlammbilder von drei Zellen verschiedener Fabrikate einer 432-Ah-Batterie in Pufferbetrieb
Die ungleichen Formen und Farben des Schlammes weisen auf ein ungleiches Verhalten von Elementen verschiedener Fabrikate bei gleichen Betriebsverhältnissen hin

Trois figures de boue de trois éléments de marques différentes de 432 Ah dans une même installation d'énergie pour service en tampon. Les formes et les couleurs différentes de la boue indiquent un comportement inégal d'éléments de marques différentes dans des conditions de service identiques

seiner Kapazität eingebüsst. Dieses Resultat ist nicht verwunderlich, wenn man weiss und beobachtet, dass sich die gratartigen Streifen, die interessanterweise hier auch unter den negativen Platten feststellbar sind, seit der ersten Formierung kaum verändert haben. Zudem ist die Zeichnung nicht unter allen gleichartigen Platten gleich. Bei ein und demselben Ladestrom blieben also die beiden oberen Zellen gesund, während die untere defekt wurde.

5. Empfehlungen

5.1 Im Hinblick auf verschiedene Betriebsarten

5.1.1 Lade-Entlade-Betrieb. Diese Betriebsart, die bei den PTT nicht mehr angewendet wird, hat den raschesten Verschleiss einer Batterie zur Folge. Die Lebensdauer derart betriebener Batterien wird durch die Ladung mit möglichst kleinem Ladestrom bis zur Gasentwicklung günstig beeinflusst.

5.1.2 Pufferbetrieb. Eine Spannung von dauernd unterhalb 2,2 V/Zelle bietet beim Pufferbetrieb keine Gewähr dafür, dass eine Batterie vollgeladen bleibt. So betriebene Batterien sind der Gefahr der Unterladung in hohem Masse ausgesetzt und erfordern Ergänzungsladungen in etwa monatlichen Zeitabschnitten sowie vermehrte Kapazitätskontrollen. Immerhin scheinen Batterien im Pufferbetrieb mit kleineren Spannungen auszukommen als solche, die im dauernden Ladebetrieb, also in Ruhe, sind. Bei Pufferspannungen unterhalb 2,2 V/Zelle zeigen Batterien verschiedener Fabrikate unterschiedliche Resultate bezüglich der Erhaltung ihrer Kapazität.

5.1.3 Ruhende Batterien in dauernder Ladung. Für die Erhaltung der dauernd vollen Einsatzbereitschaft einer Batterie in reinem Ladeerhaltebetrieb können 2,2 V/Zelle als unterste und 2,35 V/Zelle als oberste Grenze bezeichnet werden; dabei braucht die Ladeerhaltungsspannung nicht unbedingt dauernd konstant zu sein. Je tiefer und länger eine Batteriespannung jedoch zeitweilig herabgesetzt wird, allenfalls auch unter 2,2 V/Zelle, desto höher und während längerer Zeit muss aber die Ladespannung gehalten werden, um das gleiche Ziel zu erreichen. Auch eine dauernde Ladeerhaltungsspannung von 2,3 V/Zelle bietet keine absolute Gewähr, dass jede Batterie über Jahre hinaus geladen bleibt. Durch betriebsmässige Belastungen von etwa 30...50 % der Nennkapazität und in Zeitabständen von etwa sechs Monaten kann einer Batterie, die minimal erforderliche Bewegung mit einem Minimum an Aufwand und ohne Beeinträchtigung des Betriebes ermöglicht werden. Unregelmässigkeiten kommen, sofern solche nicht schon im Schlamm bild festgestellt werden, bei der Kontrolle der Spannung und Säuredichte sämtlicher Elemente während der Teilentladung mit Sicherheit rechtzeitig zu Tage. Zeitraubende labormässige Kapazitätsmessungen können durch diese Betriebskontrollen und durch eine genaueste Überwachung der Platten und Schlamm bild aller Zellen ohne Gefahr erst in Abständen von etwa zwei Jahren ausgeführt werden.

tampon avec lent réglage du moteur dans les limites de 2,05 à 2,18 V par élément.

Deux modèles selon les deux reproductions supérieures d'une moitié d'élément gauche et droite se comportent en réalité de façon identique. Le dessin est précis et le dépôt de boue en forme d'arête sous les côtés extérieurs des plaques positives. Ces batteries fournissent après 8 ans de service encore 100 % de leur capacité nominale. En revanche, le modèle selon la figure inférieure a perdu en 8 ans presque 20 % de sa capacité. Ce résultat n'est pas surprenant, si l'on sait et observe que les bandes en forme d'arêtes, que l'on peut aussi constater ici sous les plaques négatives, ont à peine changé depuis la première formation. De plus, le dessin n'est pas identique sous toutes les mêmes plaques. Le courant de charge étant absolument le même, les deux batteries supérieures restent en bon état, tandis que la batterie inférieure se désintègre.

5. Recommendations

5.1 En considération des différents genres de service

5.1.1 Service de charge/décharge. Ce genre de service, qui n'est plus utilisé au sein de l'entreprise des PTT, provoque l'usure très rapide d'une batterie. La longévité des batteries exploitées de cette façon est favorablement influencée par la charge avec courant de charge aussi petit que possible jusqu'au dégagement de gaz.

5.1.2 Service en tampon. Une tension en permanence inférieure à 2,2 V par cellule n'offre dans le service en tampon aucune garantie qu'une batterie reste sous pleine charge. Les batteries ainsi exploitées sont exposées dans une mesure élevée au danger de la désintégration et exigent des charges complémentaires à intervalles d'à peu près un mois ainsi que des contrôles de capacité plus nombreux. Néanmoins, les batteries dans le service en tampon semblent satisfaire aux exigences avec des tensions plus petites que celles qui sont en service de charge permanente, c'est-à-dire en repos. Pour les tensions en tampon au-dessous de 2,2 V par élément, les batteries de divers fabricants indiquent des résultats différents quant à la compensation de leur capacité.

5.1.3 Batteries au repos en charge permanente. Pour maintenir en permanence une batterie absolument prête à être employée en service de compensation de charge, on peut désigner la limite inférieure à 2,2 V par élément et la limite supérieure à 2,35 V par élément; à cet effet, la tension de compensation de charge ne doit pas nécessairement être constante en permanence. Plus longtemps une tension de batterie est maintenue basse, le cas échéant aussi au-dessous de 2,2 V, plus la tension de charge doit être élevée et maintenue pendant longtemps, pour que le même but soit atteint. Aussi une tension de compensation de charge permanente de 2,3 V par cellule n'offre aucune garantie absolue que chaque batterie restera chargée pendant des années. Des charges conformes à l'exploitation d'environ 30 à 50 % de la capacité nominale

5.2 Hinweise auf wesentliche Faktoren für die Wartung

5.2.1 Eine gründliche Durchformierung einer neuen Batterie ist besonders für den Ladeerhaltebetrieb von ausschlaggebender Bedeutung.

5.2.2 Je nach Betriebsart können Batterien unterschiedlicher Herstellerfirmen unter sonst gleichen Bedingungen ungleiche Resultate ergeben.

5.2.3 Das schwächste Element einer Batterie bestimmt deren Leistungsfähigkeit. Auch einzelne Zellen einer bestimmten Batterie können sich unterschiedlich verhalten. Periodische Kontrollen des Schlammes und der Platten, der Säuredichte sowie der Zellenspannungen müssen sich deshalb unbedingt über alle Elemente erstrecken.

5.2.4 Nur wenn sämtliche Arbeiten und Veränderungen an einer Batterie und der zugehörigen Energie-lieferungsanlage laufend notiert werden, können die Gründe allfälliger Unregelmäßigkeiten erkannt werden.

5.2.5 Wird das Verhalten verschiedener Batterien unter sich verglichen, so müssen folgende Faktoren mitberücksichtigt werden:

- a) Fabrikat, Typ, Kapazität und Alter;
- b) Verlauf der Spannung über den ganzen Tag;
- c) Fehlerbereich der verwendeten Instrumente;
- d) Art des Spannungsreglers der Speiseanlage;
- e) Charakter der Lastschwankungen bei Pufferbetrieb;
- f) Anzahl der Entladungen und Ladungen infolge Netzausfällen;
- g) Möglicherweise nicht registrierte Nachladungen durch das Personal, unter Umständen infolge Personalwechsels;
- h) Temperaturverhältnisse im Raum beziehungsweise der Säure während der Versuchsperiode und Kapazitätsprobe.

6. Lebensdauer

Bei sachgemässer Wartung und unter der Annahme, dass die Kapazität beim Abbruch der Batterie noch 50 % beträgt, können für die Lebensdauer von Grossoberflächen(GO)-Batterien folgende Durchschnittswerte angenommen werden:

- a) Bei reinem Lade-Entlade-Betrieb: etwa 3...5 Jahre.
- b) Bei nur teilweisem Lade-Entlade-Betrieb, der in einzelnen älteren Anlagen noch existiert: 8...12 Jahre.
- c) Für Batterien im Puffer- oder reinem Bereitschaftsbetrieb ist eine mittlere Lebensdauer von über 20 Jahren zu erwarten.

7. Röhrenbatterien

Seit etwa fünf Jahren sind in der Schweiz sogenannte Röhrenplattenbatterien auf dem Markt, die folgende wesentliche Merkmale aufweisen:

7.1 Konstruktionsarten

Die aktive Masse der positiven Platten ist je nach Fabrikat in aneinandergereihte Einzelröhren oder

et à intervalles d'environ six mois peuvent donner à une batterie le mouvement le plus petit nécessaire avec un minimum de dépenses et sans préjudice pour l'exploitation. Les irrégularités, en tant qu'elles ne sont pas déjà constatées dans la formation du dépôt de boue, se révèlent à coup sûr assez tôt lors du contrôle de la tension et de la densité de l'acide de tous les éléments pendant la décharge partielle. Les essais de capacité conformes à ceux qui sont réalisés en laboratoire, demandent toujours beaucoup de temps, peuvent être remplacés sans danger, à intervalles d'environ deux ans, par ces contrôles d'exploitation et par une surveillance précise des plaques et des dépôts de boue de tous les éléments.

5.2 Renseignements sur les facteurs essentiels pour la maintenance

5.2.1 Un achèvement approfondi de la formation des plaques d'une nouvelle batterie est d'une importance décisive, en particulier pour le service de compensation de charge.

5.2.2 Selon le genre de service, des batteries de fabrication différente peuvent, par ailleurs dans des conditions identiques, donner des résultats inégaux.

5.2.3 L'élément le plus faible d'une batterie détermine son utilité. Des éléments isolés d'une batterie déterminée peuvent aussi se comporter différemment. C'est pourquoi des contrôles périodiques de la boue et des plaques, de la densité de l'acide ainsi que des tensions par éléments doivent absolument s'étendre à tous les éléments.

5.2.4 Ce n'est que si tous les travaux et modifications exécutés à une batterie et à l'installation d'énergie nécessaire sont notés au fur et à mesure que les motifs d'irrégularités éventuelles peuvent être découverts.

5.2.5 Si l'on compare le comportement de différentes batteries entre elles, on doit tenir compte des facteurs suivants:

- a) marque de fabrique, type, capacité et âge;
- b) courbe de la tension pendant toute la journée;
- c) zone d'erreurs des instruments employés;
- d) genre de régulateur de tension de l'installation d'énergie;
- e) caractère des variations de charge en service en tampon;
- f) nombre de décharges et de charges dû à des pannes du secteur;
- g) recharges possibles par le personnel et non enregistrées, le cas échéant à la suite de changement de personnel;
- h) conditions de température dans le local, respectivement de l'acide pendant la période d'essai et l'essai de capacité.

6. Longévité

En procédant à un entretien rationnel et en admettant que la capacité est encore de 50 % à la démolition de la batterie, on peut accepter les valeurs

röhrchenförmige Gewebetaschen eingefüllt. Damit wird verhindert, dass das aktive Material aus den Platten herausfallen kann und ermöglicht, das Volumen und Gewicht je Ah auf die Hälfte herabzusetzen. In *Figur 8* ist der Aufbau einer aus Einzelröhrchen zusammengestellten Platte dargestellt. Das Einzelröhrchen (*Fig. 8a*) besteht von innen nach aussen aus dem Stromleiter, der aktiven Masse, dem Glasseidestumpf und Kunststoffrohr. Aus *Figur 8b* ist der Zusammenbau solcher Elemente zu einer Platte ersichtlich. *Figur 9* zeigt eine Ausführungsart mit einer sogenannten Gewebetasche. Durch ein über die ganze Platte durchgehendes Kunststoffgewebe werden die rohrförmigen Gefässe gebildet. Die Fäden laufen dabei diagonal zur Plattenform. Es gibt aber auch Gewebe, bei denen die Fasern parallel beziehungsweise senkrecht zu den Plattenrändern verlaufen.

Figur 10a zeigt eine montierte und gefüllte positive Platte, ebenfalls mit einer Gewebetasche eines weiteren Fabrikates und die zugehörige negative pastierte Gitterplatte (*Fig. 10b*), wie sie für alle Röhrchen- sowie Auto- und Traktionsbatterien seit jeher verwendet wird.

7.2 Vor- und Nachteile von Röhrchenbatterien gegenüber GROSSOBERFLÄCHENBATTERIEN

Wenn man die Vor- und Nachteile der zwei Batteriearten vergleicht, kommt man zum folgenden Schluss:

a) Vorteile

- Halbes Leistungsgewicht und Volumen gegenüber GO-Batterien bei praktisch gleichem Preis;
- Keine Schlamm Bildung;
- Robuste Konstruktion;
- Geschlossene Gefässe, kein Austritt der Säuredämpfe.

b) Nachteile

- Die praktischen Erfahrungen mit Röhrchenbatterien erstrecken sich auf 3...5 Jahre und haben gezeigt, dass die an solche Akkumulatoren gestellten

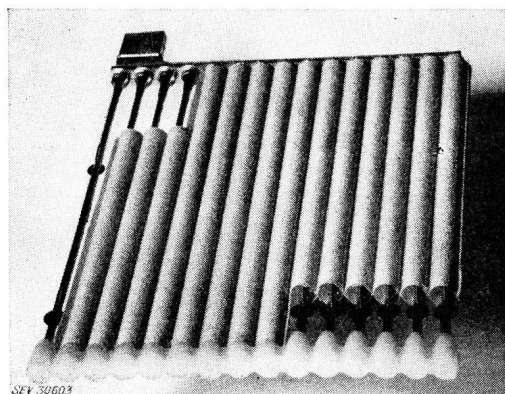


Fig. 9. Teilweise aufgeschnittene Röhrchenplatte in Gewebetaschenausführung mit Stromleitern und Abschlusspfropfen
Coupe partielle à travers une plaque tubulaire dans une poche de tissu avec conducteurs de courant et bouchons de fermeture visibles

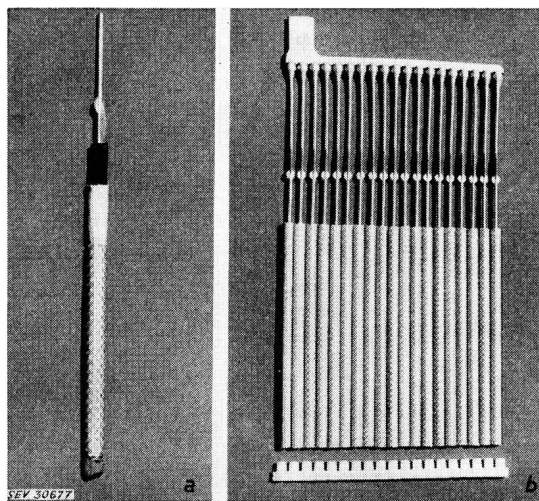


Fig. 8. Aufbau einer aus Einzelröhrchen zusammengestellten Platte
a Grundelement, bestehend aus dem Stromleiter, der aktiven Masse, dem Glasseidestumpf und Kunststoffrohr
b zusammengestellte Platte mit ausgezogenem Leiter-Rost und der Abschlusspfropfen-Leiste

Construction d'une plaque composée de tubes
a élément de base, de l'intérieur vers l'extérieur: conducteur en plomb, masse active, manchon de soie de verre et tube en matière synthétique perforé
b plaque avec grille de conducteur sortie (en haut) et réglette de bouchons de fermeture détachée (en bas)

moyennes suivantes pour la longévité des batteries à plaques positives à grande surface.

- a) Pour un simple service de charge/décharge: environ 3 à 5 ans.
- b) Pour un service de charge/décharge seulement partiel, tel qu'il existe encore dans quelques anciennes installations: 8 à 12 ans.
- c) Pour les batteries en tampon ou en simple service de préparation, il faut compter avec une longévité moyenne de plus de 20 ans.

7. Batteries à plaques tubulaires

Depuis quelque cinq ans, on trouve sur le marché suisse des batteries à plaques tubulaires qui présentent les caractéristiques essentielles suivantes:

7.1 Construction: La masse active des plaques positives est, suivant le modèle, placée dans des tubes isolés serrés les uns à côté des autres ou des poches de tissu en forme de tubes. Cela évite que le matériel actif tombe des plaques et permet de réduire de la moitié le volume et le poids par Ah.

La *figure 8* montre une exécution d'une plaque de ce genre. A gauche: un tube rempli, se composant de l'intérieur vers l'extérieur: du conducteur de courant, de la masse active, de manchon de soie de verre et du tube en matière synthétique. A droite: plaque tubulaire montée avec conducteurs de courant sortis (en haut) et réglette de bouchon de fermeture (en bas).

La *figure 9* représente une autre exécution avec une poche de tissu. Les bacs tubulaires sont formés d'un tissu en matière synthétique enveloppant toute la plaque. Les fils sont placés diagonalement à la forme de la plaque. Il existe aussi des tissus dans

Erwartungen bis heute erfüllt wurden. Diese Versuchszeit ist jedoch zu kurz, um heute schon beurteilen zu können, ob deren Lebensdauer wie bei GO-Batterien 20 Jahre und mehr erreichen wird oder nicht.

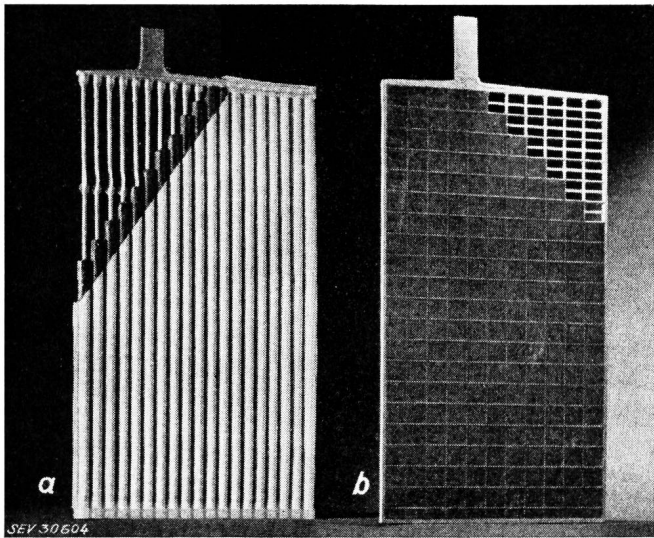


Fig. 10. Positive und negative Platten einer Röhrenplatten-batterie

a formierte Röhrenplatte in Gewebetaschenausführung
b formierte negative Gitterplatte. Die Platte besteht aus einem Hartbleigitter, das zur Stromableitung und zur Aufnahme der pastartigen aktiven Masse dient

Plaques positives et négatives d'une batterie à plaques tubulaires

a plaque tubulaire empâtée dans une poche de tissu
b plaque à grille négative empâtée. La plaque se compose d'une grille en plomb antimonié qui sert à dériver le courant et à recevoir la masse active pâteuse

– Die GO-Batterien verschiedener Fabrikate sind heute konstruktiv praktisch gleich. Wie bereits erwähnt, können sich aber GO-Batterien verschiedener Fabrikate bei gleichen Betriebsbedingungen dennoch unterschiedlich verhalten. Bei der Festlegung von Schwebeladespannungen für Röhrenbatterien und bei der Auswertung entsprechender Betriebserfahrungen wird man den verschiedenen Ausführungsarten von positiven Röhrenplatten ganz besonders Rechnung tragen müssen.

8. Schlussbemerkung

Die schweizerischen PTT-Betriebe setzen die neuen Röhrenbatterien überall dort ein, wo dies aus Platzgründen erforderlich ist.

lesquels les fibres sont parallèles ou perpendiculaires aux bords des plaques.

A la *figure 10* est reproduite (à gauche) une plaque positive montée et remplie, également avec une poche de tissu d'un autre modèle. A droite, la plaque à grille négative empâtée, telle qu'elle est utilisée de tout temps par les fabricants pour toutes les batteries tubulaires ainsi que les batteries d'automobiles et de traction.

7.2 Avantages et désavantages des batteries à plaques tubulaires par rapport aux batteries à plaques positives à grande surface

a) Avantages:

- Poids par unité de puissance et volume de la moitié de ceux des batteries à plaques positives à grande surface pour un prix pratiquement identique.
- Pas de formation de boue.
- Construction robuste.
- Quatre ans de garantie totale des fournisseurs pour chaque genre de service au lieu d'une année pour les batteries à plaques positives à grande surface.
- Récipients fermés, pas de dégagement de vapeurs d'acide.

b) Désavantages:

- Les expériences pratiques réalisées avec des batteries à plaques tubulaires se sont étendues sur une période de 3 à 5 ans et ont révélé que les espoirs placés dans ces accumulateurs ont été comblés jusqu'ici. Mais cette période d'essai est trop courte pour qu'il soit déjà possible, à l'heure actuelle, de juger si leur longévité atteindra, comme celle des batteries à plaques positives à grande surface, 20 ans et plus ou non.
- Actuellement, la construction des batteries à plaques positives à grande surface de diverses marques est pratiquement la même. Ainsi que nous l'avons déjà vu, ces batteries à plaques positives à grande surface peuvent se comporter de façon différente dans des conditions de service identiques. En fixant les tensions de charge flottante pour les batteries à plaques tubulaires et en appréciant les expériences adéquates réalisées en service, on devra tout spécialement tenir compte des différentes sortes de construction des plaques tubulaires positives.

8. Conclusions

L'entreprise des PTT suisses installe les nouvelles batteries à plaques tubulaires partout où des motifs de place le rendent nécessaire.