

Dichtung zu entfernen, was mit Umständen und Unkosten verbunden ist. Der Ersatz der verdünnten Schwefelsäure durch eine gallertartige Säure bietet deshalb große Vorteile, vor allem schon aus dem Grunde, weil ein Loslösen und Abfallen der aktiven Masse dabei ausgeschlossen ist. Die Kapazität der gewöhnlichen Zellentypen vermindert sich allerdings je nach der Konstruktion der Platten um einen größeren oder kleineren Betrag, doch wird dieser Nachteil durch eine bedeutend vermehrte Betriebssicherheit, speziell bei elektrischen Eisenbahnen, wieder aufgehoben. Es sind übrigens an verschiedenen Orten in Deutschland Akkumulatoren mit gallertartiger Füllmasse im Gebrauche.

In Amerika scheint das weniger der Fall zu sein, wie es wenigstens aus einem Aufsatz von Dr. Paul Schoop in „The Electrical Engineer“ hervorgeht. Das Rezept, das er dort zur Anfertigung einer solchen gallertartigen Füllmasse empfiehlt, dürfte auch für manchen unserer Leser interessant sein, weshalb wir es im Folgenden mitteilen:

Man braucht dazu: 1. verdünnte Schwefelsäure vom spezifischen Gewichte 1,22; 2. verdünntes kiesel-saures Natron vom spezifischen Gewichte 1,20 und 3. Asbest-Fibre.

Die verdünnte Schwefelsäure wird hergestellt, indem man auf 3 Teile destilliertes Wasser einen Teil konzentrierte Säure nimmt, wodurch man eine ungefähr 20proz. Lösung erhält. Die Säure darf keine metallischen Verunreinigungen (Platin, Arsenik, Antimon etc.) enthalten; selbstverständlich muß sie frei von chlorhaltigen und salpetersauren Verbindungen sein.

Das kiesel-saure Natron enthält stets Chlor; um es rein zu erhalten, verfährt man auf folgende Weise: In einem eisernen Trog macht man eine Mischung von gleichen Raumteilen kiesel-sauren Natrons (spez. Gewicht 1,4) und destillierten Wassers. Einen zweiten Trog aus porösem Material stellt man in den vorigen sodaß seine Wände von denen des ersten überall etwa 12 cm Abstand haben. Dieser poröse Trog wird mit einer Mischung von einem Volumen der erwähnten Lösung von kiesel-saurem Natron mit einem Volumen kaustischer Soda vom spezifischen Gewicht 1,25 gefüllt. In die Mischung stellt man auf Porzellan-isolatoren ein Eisenblech, das als Anode dient, während der eiserne Trog die Kathode bildet. Man muß indeß dafür sorgen, daß die Flüssigkeiten außen und innen dasselbe Niveau haben. Wenn nun ein Strom durch dieses elektrolytische Bad geht, wandert alles Chlor an die Anode und wird sofort durch die die Anode umgebende alkalische Lösung absorbiert. Nach 24 Stunden ist die Wasserglas-lösung frei von Chlor und zum Gebrauche fertig. Der Eisentrog wird wieder mit der Lösung gefüllt und der Prozeß beginnt von neuem.

Die Asbestfibre wird erhalten durch zweistündiges Kochen von Asbest-pappe mit verdünnter Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,10; die Pappe zerfällt dadurch in einen feinen gleichmäßigen Brei und, je nach der Qualität des Asbests, löst sich mehr oder weniger von ihm auf. Der Brei wird dann filtriert, mit ein wenig destilliertem Wasser gewaschen, etwas ausgedrückt und ist dann zum Gebrauche geeignet.

Diese genauen Vorbereitungen sind unbedingt nötig, wenn man Erfolg haben will. Sind nun die Materialien in entsprechender Weise präpariert, so verfährt man folgendermaßen:

18 l verdünnte Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,22) werden in ein Gefäß aus Glas oder Ebonit gegossen, dann 450 g Asbestfibre hinzugegeben (als feuchte, etwas ausgedrückte Masse, welche ungefähr $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ ihres Gewichtes Wasser enthält) und beides mit einem Holzstab herumgerührt, bis sich der Asbest gleichmäßig verteilt hat. Hierauf gießt man rasch $4\frac{1}{2}$ l Wasserglas (spez. Gewicht 1,20) hinzu und rührt wieder um. Die Mischung ist dann vollkommen flüssig, wie gewöhnliche verdünnte Säure und darf keine Knollen enthalten.

Man muß sie jetzt, besonders in der ersten Zeit nach der Herstellung langsam und ununterbrochen umrühren, bis sie dicker wird; nach einer Stunde oder etwas längerer Zeit bekommt sie ein öliges Aussehen, wie konzentrierter Leim. Jetzt ist es Zeit, die Mischung in die Zellen zu füllen; diese müssen dann 24 Stunden lang ruhig stehen bleiben. Vor dem Anfüllen mit der Gallerte sollen die Zellen mit gewöhnlicher verdünnter Säure vom spez. Gewicht 1,20 angefüllt werden, damit die trockenen Platten mit der Säure imprägniert sind; unmittelbar vor dem Eingießen der gallertartigen Mischung wird die Säure aus den Zellen entfernt. Nach einigen Stunden wird die Mischung steif und ist nicht länger flüssig; nach 24 Stunden kann man die Zellen umkehren, ohne daß etwas aus ihnen herausfällt.

Es würde sich nicht empfehlen, die gallertartige Mischung gleich nach ihrer Herstellung in die Zellen zu gießen, und noch schlimmer wäre es, sie auf trockene Platten anzuwenden. Ein Teil der noch zu sehr flüssigen Mischung würde sonst in die poröse aktive Masse der Platten eindringen und später, bei einer allenfallsigen Ueberladung, würden sich die Gasblasen einen Weg durch die Gallerte erzwingen und dieselbe spalten. Bei geeigneter Behandlung bildet die Gallerte eine elastische, steife Schichte zwischen den Platten, läßt jedoch die Gasblasen zwischen der Oberfläche der Platten und ihrer angrenzenden Fläche hindurch.

Bei dem Laden der Zellen wird man bemerken, daß sich etwas Säure auf der Oberfläche der Gallerte bildet; während der Dauer der Entladung verschwindet dieselbe wieder und wird von den Platten aufgenommen. Um die Gallerte elastisch und unverändert zu erhalten, muß man dafür sorgen, daß dieselbe beständig auf ihrer Oberfläche mit einer dünnen Säureschichte bedeckt ist. Würden die Zellen ohne diese Vorsicht benutzt, so würde die Gallerte bei der Ueberladung der Zellen des Wassers beraubt werden, austrocknen und zusammenschrumpfen; daraus würde eine Zunahme des inneren Widerstandes und eine Abnahme der Kapazität der Zellen resultieren. Die Gallerte ist vollkommen unzerstörbar und widersteht der Einwirkung der Säure oder des Stromes so lange, wie eine Glasflasche oder ein Ebonitgefäß.

Der innere Widerstand der Gallerte ist beiläufig doppelt so groß, wie der der verdünnten Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,20. Hat eine Zelle z. B. 0,001 Ohm Widerstand, wenn sie mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt ist, so wird ihr Widerstand mit Gallerte 0,002—0,0025 Ohm sein. Diese Zunahme ist

so bedeutend, daß sie in den meisten Fällen gar nicht in Betracht kommt, insbesondere bei transportablen Batterien. Selbstverständlich wird auch der Wirkungsgrad bei Gallerte-Füllung kleiner, entsprechend dem wachsenden Widerstande; im allgemeinen kann man sagen, daß der Wirkungsgrad im Durchschnitt um ungefähr 5 pCt. abnimmt.

Die Verwendung der Gallerte empfiehlt sich auch bei stationären Batterien für Beleuchtung, besonders da, wo eine prompte Beaufsichtigung der Batterien zweifelhaft ist, wie bei der Beleuchtung von Villen, Dampfschiffen etc.

Die Leute, welche gewöhnlich mit der Behandlung der Batterie beauftragt sind, sind selten imstande, einen Kurzschluß in einer Zelle aufzufinden und da ein solcher bei Gallertzellen nicht vorkommen kann, sind letztere trotz ihrer geringeren Kapazität vorzuziehen. Wenn ein Gefäß zerbricht oder rinnt, so tritt bei Elementen mit flüssiger Füllung eine sofortige Unterbrechung des Stromes ein; bei Gallert-Zellen dagegen hält er noch einige Wochen lang an, bis die Gallerte ausgetrocknet ist. Es ist das eine nicht zu unterschätzende Thatsache, weil dadurch die Batterie gegen Zufälle vollkommen sicher gestellt ist. Die Gallerte mag dabei mehr oder weniger steif zubereitet sein, je nach dem Aufbau der Elemente. Die Maschinenfabrik Oerlikon in der Schweiz hat in den letzten vier Jahren zahlreiche Anwendungen von Gallertzellen gemacht, wie z. B. bei den Straßenbahnen in Hildburghausen, Rom und Zürich. Der Normalwagen ist mit einem 15-pferdigen Motor ausgerüstet, der bei 220 V. und 59 A läuft und eine Nebenschlußwicklung und einen Trommelanker besitzt.

Infolge einer besonderen Verbindung der Wicklung hat dieser Motor die geringe Tourenzahl von 250 Umdrehungen per Minute; er ist imstande, mit einer Maximalstromstärke von 75 A. eine halbe bis ganze Stunde zu arbeiten; sein Gewicht ist 2500 kg.

Erwähnenswert dürfte noch sein, daß ein Satz von Batterien 420 mal entladen und wieder geladen wurde, ohne daß deren Kapazität abnahm; die Kapazität betrug noch $\frac{3}{4}$ der ursprünglichen Kapazität nach 600 und die Hälfte nach 800 Entladungen.

Natürlich war dabei der Wagen allen Zufälligkeiten des Trambahnbetriebes ausgesetzt; zudem waren die Platten von dem Rost-Typus, welcher deren Verbrauch in verhältnismäßig kurzer Zeit befördert.

Jetzt sind dieselben Wagen mit Tudorplatten ausgerüstet, welche ohne Zweifel eine doppelte Lebensdauer haben. Die Tudorplatten stehen um 30 pCt. höher, als die Rostplatten, wenn deren Kapazitäten bei einem nicht zu starken Entladungsstrom verglichen werden; auch bei hohen Entladungsströmen (wenn sich die Entladung in einer halben Stunde vollzieht) ist die Kapazität der Tudorplatte so hoch, wie die einer Rost-Platte. Für starke Entladungen und transportable Batterien sind die Tudorplatten nicht nur dauerhaft, sondern gestatten auch die Entladung der ganzen Kapazität in einer Stunde.

Die Frage, ob der Straßenbahnbetrieb mit Akkumulatoren praktisch ist, oder nicht, hängt einzig und allein von der Dauerhaftigkeit der Zellen, speziell der transportablen Platten ab. Wenn sich die Tudorplatte beim Straßenbahnbetrieb nur halb so gut bewährt, wie bei ihrer Verwendung zur elektrischen Beleuchtung, so wird sich die Akkumulatoren-Eisenbahn jedenfalls rentieren.

(Ztschr. für Transportwesen u. s. w. M.)



Eine Statistik der zur Zeit bestehenden elektrischen Strassenbahnen Europas

bringt die französische Zeitschrift „L'Ind. él.“ in einer ihrer letzten Nummern. Wir geben nachstehend nur die auf die deutschen elektrischen Straßenbahnen bezüglichen Angaben wieder. Nach dieser Statistik bestehen zur Zeit in 11 deutschen Städten elektrische Trambahnen, nämlich in Berlin-Lichterfelde, Frankfurt-Offenbach, Halle, Barmen, Bremen, Dresden, Gera, Hannover, Breslau, Essen, Chemnitz, Lübeck, Remscheid, Hamburg, während in Gotha und Erfurt solche projektiert sind. Bezüglich der einzelnen Bahnen werden folgende Angaben gemacht.

Berlin-Lichterfelde, erbaut im Jahre 1881 von Siemens & Halske; Länge 3,6 km, Steigung 1:100. 4 automobile Wagen. Spurweite 1 m. Oberirdische Stromleitung 165 V. Dampfkraft 2 Dampfmaschinen von je 30 PS. Betrieben von der Firma Siemens & Halske. Im Jahre 1892 wurden 100,800 Wagenkilometer zurückgelegt. Die Kosten per Wagenkilometer betragen 22 Pf.

Frankfurt-Offenbach, nach dem System von Siemens & Halske erbaut im Jahre 1884. Länge 6,7 km, grösste Steigung 3:100. Zehn Motorenwagen mit 6 Anhängewagen. Doppelte oberirdische Stromzuführung, 4 Dynamomaschinen 500 V und 70 A. Betrieben von der Frankfurt-Offenbacher Trambahn-Gesellschaft. Die Kosten per Wagenkilometer beliefen sich auf 19,8 Pf.

Halle. Erbaut (1891) und betrieben von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft nach dem Sprague-System. Länge 7,8 km, grösste Steigung 5:100. 25 Wagen mit je 2 Motoren von 12 PS. Spurweite 1 m. Eine oberirdische Rückleitung längs der Schienen 500 V, 120 A. Mittlere Geschwindigkeit 9 km per Stunde. Eine zweite Linie mit 10 Wagen wurde im Oktober v. J. von derselben Gesellschaft eingerichtet.

Barmen. 1892 nach dem System von Siemens & Halske. Länge 1,7 km. Steigung 16:100. 8 automobile Wagen. 2 Maschinen von 200 PS, 500 V. Betrieben von der Barmer Bergbahn-Gesellschaft.

Bremen. 1892 System Thomson-Houston. Länge 10,3 km. 2 Dampfmaschinen von 140 PS. 500 V, 160 A. Steigung 3:100. 25 automobile Wagen. Betrieben von der Bremer Straßenbahngesellschaft.

Dresden. 1892 System Siemens & Halske. Länge 6 km. Steigung 5:100. 12 automobile Wagen, 2 Dampfmaschinen von 120 P 8,500 V.