

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 24 (1933)
Heft: 24

Artikel: Elektrische Akkumulatorfahrzeuge
Autor: Rödiger, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057267>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

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

Il serait à souhaiter que les Gouvernements intéressés soient appelés à s'en rendre compte et qu'ils encouragent et favorisent le développement de la traction électrique en décidant par exemple, pour ces cas particuliers, des réductions sur les taxes imposées aux automobiles.

Nous estimons qu'en cette période difficile que nous traversons, toute solution susceptible de conduire à des économies, à une meilleure utilisation de la richesse nationale, à une réduction des importations, doit être examinée par les pouvoirs publics.

Notre conclusion se déduit d'elle-même de cet exposé résumant les résultats pratiques que nous avons obtenus à Lyon et qui ont conduit l'Administration Municipale à augmenter notre service. La traction par accumulateur électrique est possible en France, son développement est souhaitable dans l'intérêt national. Le discrédit qui s'était établi il

y a 20 ans sur les véhicules électriques tient essentiellement dans l'utilisation irraisonnée et maladroite qu'on avait cru pouvoir en faire au début de l'emploi de ce mode de locomotion.

Des progrès importants ont été réalisés tout dernièrement dans la capacité et le poids des batteries d'accumulateurs, les recherches et les expériences intéressantes qui ont été faites tout récemment laissent entrevoir dans un avenir prochain des solutions plus pratiques encore et qui auront vraisemblablement des conséquences particulièrement heureuses.

Il serait souhaitable que des encouragements favorisent les chercheurs, les constructeurs de véhicules, les concessionnaires et les distributeurs d'énergie électrique ainsi que les usagers de ce mode de traction; nous le répétons, il y a là un véritable intérêt national ainsi que nous nous sommes efforcés de le démontrer dans cet exposé.

Elektrische Akkumulatorfahrzeuge.

Referat ⁴⁾ von W. Rödiger, Berlin.

621.33.033.46 : 629.113.65 : 629.12

Es wird ein Ueberblick gegeben über die vielseitigen Bauarten und Verwendungsmöglichkeiten der Akkumulatorenfahrzeuge auf Schienen, auf Strassen und im Wasser, wobei hauptsächlich die Erfahrungen in Deutschland berücksichtigt sind. Die Akkumulatorenfahrzeuge, die heute in Deutschland in Betrieb sind, verbrauchen im Jahr schätzungsweise weit über 100 Millionen kWh.

Es wird auch der automatische Ladeapparat von Pöhler beschrieben und auf die Wahl der Akkumulatortypen für die verschiedenen Fahrzeuge eingegangen.

L'auteur donne un aperçu des différents types de construction et possibilités d'application des véhicules à accumulateurs, sur rails, sur route et sur l'eau, en tenant plus spécialement compte des expériences faites en Allemagne. Les véhicules à accumulateurs actuellement en service en Allemagne consomment annuellement bien plus de 100 millions de kWh.

L'auteur décrit également le chargeur automatique de Pöhler et discute la question du choix du type d'accumulateur suivant le véhicule envisagé.

Heute vormittag hat Ihnen Herr Chefingenieur Chalumeau über den grössten europäischen und in seiner Art einzig dastehenden Betrieb mit elektrischen Omnibussen in der Stadt Lyon berichtet. Meine Aufgabe ist es, Ihnen einen Ueberblick über Bauart, Verwendung und Wirtschaftlichkeit von Akkumulatorfahrzeugen überhaupt zu geben, ihre Bedeutung als Energieabnehmer der Elektrizitätswerke darzulegen und über die für diese Fahrzeuge zur Verwendung gelangenden Batterien zu berichten. Dieser Ueberblick erstreckt sich auf alle Arten von Akkumulatorfahrzeugen, also auf Schienenfahrzeuge, Strassenfahrzeuge und Wasserfahrzeuge.

Ehe ich auf die einzelnen Fahrzeuge näher eingehe, muss ich bemerken, dass Akkumulatorfahrzeuge als Energieabnehmer in jedem Elektrizitätswerk hoch erwünscht sind, weil die Energieabgabe dafür eine bedeutende und gleichmässige ist und in solche Zeiten gelegt werden kann, in denen das Werk nur schwach belastet ist. Neben der erheblichen Umsatzsteigerung führt die Ladung von Fahrzeugbatterien eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Energielieferungswerkes herbei, indem sie seine grossen Belastungsschwankungen ausgleicht.

⁴⁾ Das Referat war von zahlreichen Lichtbildern begleitet; am Schluss wurde noch ein instruktiver Film der Accumulatoren-Fabrik A.-G., Berlin, über die mannigfaltige Verwendungsmöglichkeit von Akkumulatorfahrzeugen gezeigt.

I. Schienenfahrzeuge.

Triebwagen.

Die grössten und als Energieabnehmer bedeutendsten Akkumulatorfahrzeuge sind die Akkumulator-Triebwagen, wie sie die Deutsche Reichsbahn-Verwaltung verwendet und von denen die ältesten

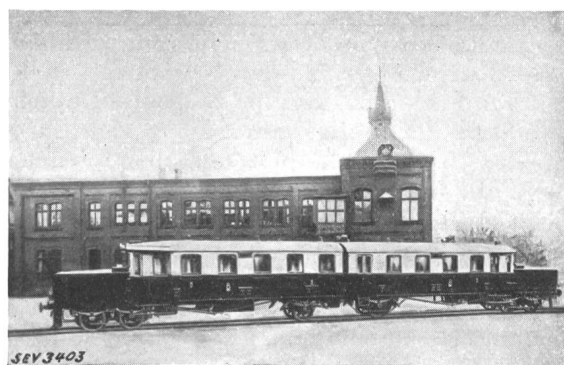


Fig. 1.
Akkumulator-Doppeltriebwagen der Deutschen Reichsbahn, ältere Bauart, mit Batterie in den Vorbauten, Fahrbereich 300 km.

bereits über 30 Jahre in Betrieb sind. Zurzeit laufen auf den deutschen Bahnen 170 Stück, weitere 4 auf den Saarbahnen und 18 in Polen. Der grösste Teil derselben besteht aus zwei kurzgekuppelten

Einzeltriebwagen (Fig. 1). Bei einem Teil der Triebwagen älterer Bauart ist noch ein dritter Wagenteil eingeschoben. Bei den älteren Wagen ist die Batterie in Vorbauten an den beiden Enden untergebracht, bei den neueren Wagen befindet sich die Batterie an den Seiten unter dem Wagen (Fig. 2). Der Antrieb erfolgt durch zwei Hauptstrommotoren, die auf der Achse sitzen und deren Leistung sich nach Grösse und Geschwindigkeit der Fahrzeuge richtet. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 60 bis 65 km/h in der Ebene. Trotzdem diese Wagen heute nicht mehr den Grundsätzen moderner Bauart entsprechen, werden sie doch immer mehr zum Verkehr herangezogen. So wurden bei den Wagen der älteren Bauart allmählich die Batterien, welche

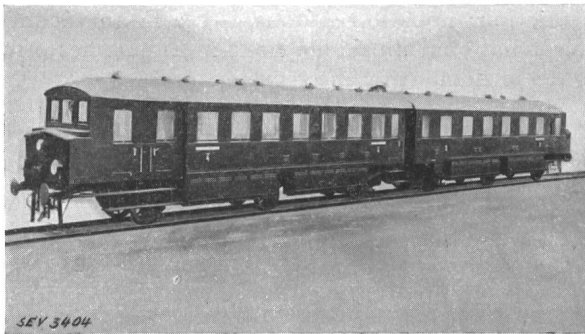


Fig. 2.

Akkumulator-Doppeltriebwagen der Deutschen Reichsbahn, Bauart 1925/26, mit Batterie unter dem Wagenkasten, Fahrbereich 250 km.

anfangs einen Fahrbereich von 130 km gewährleisteten, umgebaut auf einen Fahrbereich von 300 km. Die Wagen neuerer Bauart hatten zunächst Batterien mit einem Fahrbereich von 200 km, der zurzeit auf 250 km vergrössert wird. Bemerkenswert ist, dass ein Triebwagen im Durchschnitt jährlich etwa 115 000 kWh verbraucht, 170 Triebwagen also ca. 20 000 000 kWh. Dies entspricht einer Fahrstrecke von 10,5 Millionen km, davon 3 000 000 km mit einem Anhängewagen.

Gegen die Akkumulator-Triebwagen wird häufig der Vorwurf des zu grossen Gewichtes erhoben. Dazu ist zu bemerken, dass die Frage des Gewichtes nicht entscheidend sein kann, sondern vielmehr die Frage der Betriebssicherheit und der Wirtschaftlichkeit. In beiden Punkten ist heute noch nach Ansicht massgebender Fachleute der Akkumulator-Triebwagen unerreicht. Ausserdem hat der AT-Wagen noch die bekannten Vorzüge aller Akkumulator-Fahrzeuge: Einfachheit des Aufbaus und der Bedienung, Geräuschlosigkeit und Geruchlosigkeit; er ist frei von Feuersgefahr, von schädlichen Abgasen und von Störungen ähnlicher Art, wie sie z. B. bei Verbrennungs-Triebwagen durch Einfrieren von Kühlwasser und durch Anlaßschwierigkeiten entstehen können. Massgebend für die Wirtschaftlichkeit der AT-Wagen ist natürlich der Energiepreis. Es wurden vielfach Berechnungen darüber angestellt, bei welchem Energiepreis die Kosten für den Wagenkilometer so hoch werden, wie die eines

Verbrennungs-Triebwagens. Jedoch ist man genötigt, hierbei gewisse Annahmen über tägliche Fahrleistungen, Grösse der Triebwagen usw. zu machen, die eine derartige Berechnung sehr unsicher gestalten. Ausserdem ist es nicht möglich, die Reparaturkosten des Verbrennungsmotors und seine Lebensdauer genau anzugeben und den grösseren Reparaturstand eines Verbrennungs-Triebwagens einwandfrei zu berücksichtigen. Die Akkumulatoren-Triebwagen haben durchschnittlich einen Reparaturstand von nur 8 bis 10 %. Bisher haben die Verbrennungs-Triebwagen zum grossen Teil keine einwandfreien Ergebnisse in bezug auf Betriebssicherheit ergeben.

Lokomotiven.

Ausser den Triebwagen haben auch die Akkumulator-Lokomotiven grosse Verbreitung im Eisenbahnbetrieb gefunden, wo sie im Rangierdienst bei Staats- und Industriebahnen verwendet werden. Wie alle elektrischen Fahrzeuge zeichnen sie sich vor allem durch Sparsamkeit im Betriebe, Sauberkeit und Einfachheit der Maschinen, deren Bedienung in kürzester Zeit von jedem einfachen und zuverlässigen Arbeiter erlernt werden kann, aus; weiter aber haben Akkumulator-Lokomotiven noch den grossen Vorzug, dass sie keine Fahrleitung nötig haben, die bei Einführung in Werkstätten oder Lagerräume vielfach Gefahren und Unbequemlichkeiten bringt oder deren Anlage bei ausgedehnten Rangierbetrieben auch manche technischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten bietet. Die Akkumulator-Lokomotive kann wie die Dampflokomotive jedes Gleis ohne Vorbereitung bis in die Werkstätten hinein befahren, vereinigt also in gewissem Sinne die Vorzüge der Oberleitungslokomotiven mit denen der Dampflokotiven. Bezeichnend für die hohe Wirtschaftlichkeit der Akkumulator-Lokomotive ist, dass grosse Hüttenwerke Rheinland-Westfalens, die gewissermassen auf der Kohle sitzen, mehrfach dazu übergegangen sind, Dampflokotiven durch Akkumulatorfahrzeuge zu ersetzen. Im Rheinland hat z. B. ein Stahlwerk über 30 Akkumulatorfahrzeuge im eigenen Betriebe, und zwar zum grössten Teil gemischte Lokomotiven, die so gebaut sind, dass auf den Aussenstrecken Gleichstrom aus der Oberleitung zum Betrieb entnommen wird, während die Maschine für Fahrten innerhalb des Fabrikbetriebes durch Gleichstrom aus dem Akkumulator gespeist wird. In Nord- und besonders in Südamerika sind solche Lokomotiven ebenfalls in grosser Menge in Betrieb. Uebrigens sei darauf hingewiesen, dass solche Akkumulator-Lokomotiven auch ganz besonders für die Elektrizitätswerke selbst vorteilhafteste Verwendung zur Bewältigung ihres Güterbedarfes, sowie zum Transport der Kohle finden können. Der Energieverbrauch einer mittleren Akkumulatorlokomotive beträgt im Jahre etwa 20 000 kWh.

Derartige gemischte Lokomotiven haben auch bei der Deutschen Reichsbahn Eingang gefunden, und zwar hat die Reichsbahndirektion München

auf den Verschiebebahnhöfen München-Süd und München-Hauptbahnhof 5 grosse 6-achsige Akkumulator-Oberleitungslokomotiven laufen, welche mit grossen Panzer-Batterien ausgerüstet sind (Fig. 3).

Ein besonderes Interesse findet in neuerer Zeit die Akkumulator-Kleinlokomotive (Fig. 4). Die

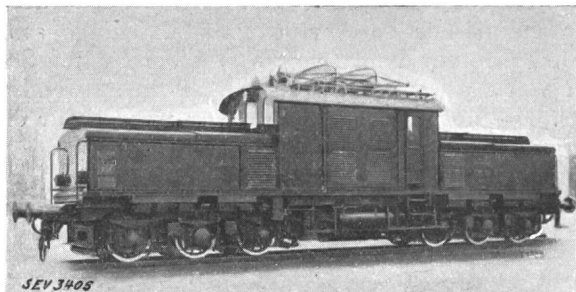


Fig. 3.
Verschiebe-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn für gemischten Akkumulator-Oberleitungsbetrieb (Gleichrichterumformung) mit Batterie von 357 kWh.



Fig. 4.
Akkumulator-Verschiebe-Lokomotive mit Batterie von 110 kWh.

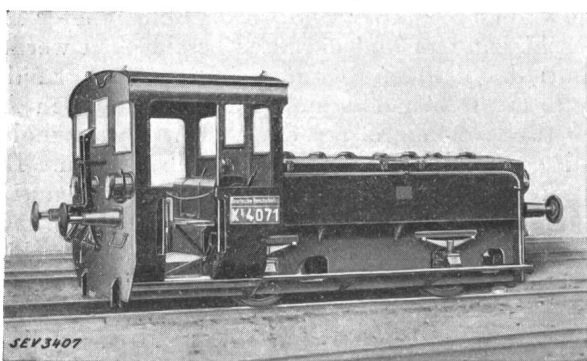


Fig. 5.
Akkumulator-Kleinlokomotive der Deutschen Reichsbahn mit Batterie von 32 kWh.

Reichsbahn besitzt zurzeit 5 derartige Fahrzeuge. Die Kleinlokomotiven haben den Zweck, auf kleineren Bahnhöfen den Rangierbetrieb zu übernehmen und die Zuglokomotiven, welche dort diese Arbeit zu leisten haben, zu entlasten. Dadurch wird die Reisegeschwindigkeit, besonders der Nah-Güterzüge, erheblich vergrössert, und eine grosse Ersparnis erzielt. Die Deutsche Reichsbahn rechnet, dass sie mit etwa 2000 bis 3000 Kleinlokomotiven

eine jährliche Ersparnis von 50 000 000 RM erzielen wird, wobei die durch die Beschleunigung der Nah-Güterzüge erzielbare Ersparnis nicht berücksichtigt ist. Die Akkumulator-Kleinlokomotiven sind für einen derartigen Betrieb wegen ihrer ausserordentlichen Einfachheit, Betriebssicherheit und Ueberlastbarkeit ganz besonders geeignet. Auch

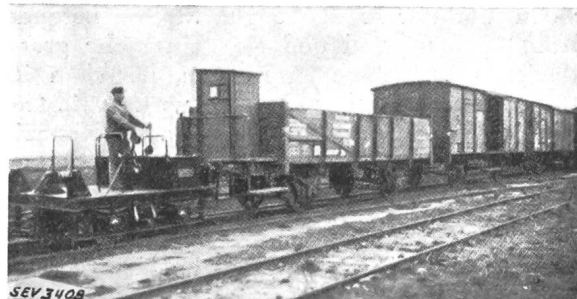


Fig. 6.
Akkumulator-Schleppzug mit Batterie von 9 kWh.

sind sie besonders wirtschaftlich, wenn für die Ladung Nachtenergie zur Verwendung kommt.

Eine noch kleinere Art von Rangierfahrzeugen als die Kleinlokomotiven sind die sogenannten Schleppzeuge für Geschwindigkeiten von 3 bis etwa 10 km/h; sie sind in der Lage, etwa bis zu 8 Wagen in der Ebene zu ziehen.

Der Gesamtenergieverbrauch für Tageslokomotiven in Deutschland wird auf jährlich 6,7 Millionen kWh geschätzt. Die Kapazität von Lokomotivbatterien schwankt im allgemeinen zwischen 9 kWh etwa 200 kWh bei grossen Verschiebelokomotiven.

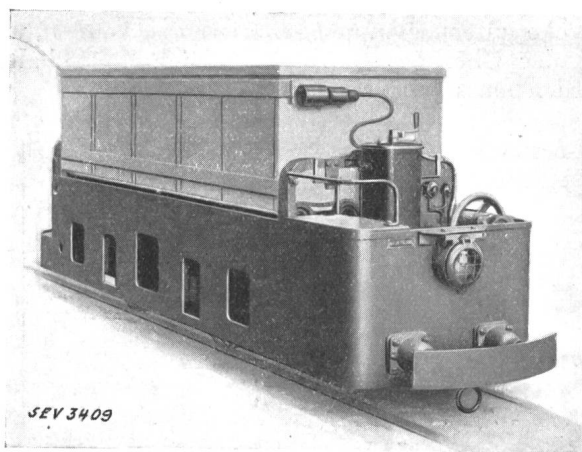


Fig. 7.
Akkumulator-Grubenlokomotive mit Abrollvorrichtung zur Auswechslung der Batterie.

bei kleineren Lokomotiven (Fig. 5 und 6) und Die erwähnten 5 Münchener Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn haben sogar eine Kapazität von je 360 kWh.

Eine besondere Art von Lokomotiven sind die Grubenlokomotiven für Untertagebetrieb (Fig. 7). Sie haben sich als unerreicht erwiesen, wo die Verlegung von Oberleitungen nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist und wo die Gefahr von Schlag-

wettern besteht. Hier kommt auch besonders die Einfachheit und Betriebssicherheit des elektrischen Akkumulatorantriebs zur Geltung; um die Entzündung von Schlagwettern zu vermeiden, sind die Batterien meist schlagwettergeschützt in Eisenbehältern untergebracht, die mit Plattenschutz versehen sind. Auch die erforderlichen Steckdosen sind schlagwettergeschützt ausgeführt. Da Grubenlokomotiven für den Verkehr in den engen Stollen besonders gedrängt gebaut sind und sie keine sehr grossen Batterien mitzunehmen vermögen, hat man ihre Batterien auswechselbar gestaltet, so dass sie trotzdem im Dauerbetrieb fahren können. Die Kapazität derartiger Grubenlokomotivbatterien schwankt zwischen 8 und 60 kWh. Der Gesamtjahresverbrauch an Ladeenergie wird für Grubenlokomotiven in Deutschland auf etwa 8,5 Millionen kWh geschätzt.

Sonderfahrzeuge.

Ausser Lokomotiven und Triebwagen gibt es noch eine Anzahl anderer Schienenfahrzeuge mit Akkumulatorantrieb. Grosser Beliebtheit erfreuen sich zum Beispiel Plattformwagen, welche von zahlreichen Bahnmeistereien der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Beförderung von Material und Menschen bei Streckenarbeiten benutzt werden (Fig. 8). Diese Wagen erreichen eine Geschwindigkeit von 30 km/h. Auch in zahlreichen Privatbetrieben laufen ähnliche Wagen. Ferner hat man sogenannte Plattform-Lokomotiven gebaut, eine Verbindung von Plattformwagen und Lokomotive. Auf elektrifizierten Strecken werden sogenannte Leitungs-Untersuchungswagen mit Akkumulator-Betrieb verwendet, um die Leitungen der Strecke untersuchen und reparieren zu können, wobei der Oberleitungsstrom natürlich abgeschaltet werden muss (Kapazität 70 bis 160 kWh).

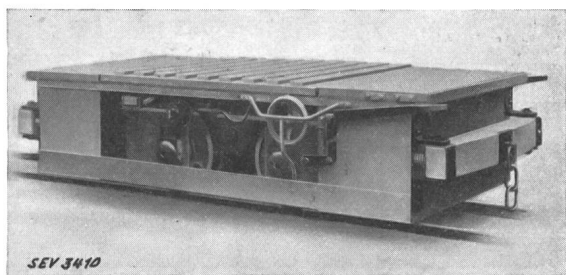


Fig. 8.

Akkumulator-Plattformwagen für Werktransporte, Gleisarbeiten und Personenbeförderung.

Zur Untersuchung von Tunnels benutzt die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft ebenfalls Akkumulatorfahrzeuge mit besonderer Beleuchtungseinrichtung für die Tunnelwände (Batterie-Kapazität 56 kWh). Ferner sind mehrere elektrische Schienenkranen mit Akkumulator-Batterie für die Fortbewegung und das Anheben der Lasten gebaut worden (Batterie-Kapazität 15 bis 50 kWh). Diese Krane können nötigenfalls auch zu Verschiebezwecken benutzt werden.

Der Gesamtjahresverbrauch an Energie dieser Art der Akkumulatorfahrzeuge in Deutschland wird auf etwa 1 Million kWh geschätzt.

II. Strassenfahrzeuge.

Elektrokarren.

Ein elektromobiles Fahrzeug, das erst in jüngster Zeit überraschend schnell eingeführt wurde, ist der elektrische Lastkarren, der allerdings schon viele Jahre vor dem Krieg in den Vereinigten Staaten von Nordamerika tausendfach in Anwendung war. Die normalen Elektrokarren werden für eine

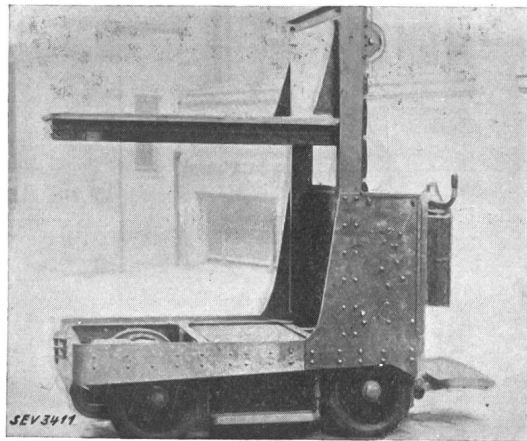


Fig. 9.

Elektrokarren mit Hubvorrichtung zum Transport von Ladebänken und zur Stapelung von Gütern.

Tragfähigkeit von 750, 1000, 1500, 2000 und 3000 kg hergestellt. Die hierbei verwendeten Batterien haben Leistungen von 5 bis 15 kWh. Die Elektrokarren zeichnen sich durch ungemein hohe Wendigkeit aus, die dadurch erreicht wird, dass 2 oder alle 4 Räder lenkbar sind, so dass ein innerer Radius bis zu 1 m und darunter beschrieben werden kann; das Fahrzeug vermag sich also fast auf der Stelle zu drehen oder unmittelbar hinter den Arbeitstisch zu fahren, um das Werkstück abzuholen und es in das Magazin hineinzubefördern. Die äusseren Abmessungen solcher Wagen lassen sich so gestalten, dass es möglich wird, mit ihnen in die Fabrikaufzüge oder Eisenbahnwaggons hineinzufahren. Sie bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 bis 12 km/h und vermögen mit einer Ladung 30 bis 60 km zurückzulegen, vollauf ausreichend, um die normale Betriebsaufgabe ohne Nachladung ein oder zwei Tage lang zu erfüllen. Für bestimmte Zwecke werden sie mit besonderen Plattformaufbauten und Hilfseinrichtungen versehen, so z. B. mit Hubvorrichtungen, die es ermöglichen, sogenannte Ladebänke, auf denen die Transportgüter liegen, aufzuheben und abzusetzen (Fig. 9). Dadurch wird ein ununterbrochener Fahrbetrieb, also eine denkbar grosse Ausnutzung bewirkt, da die Fahrzeuge nicht auf das Beladen oder Entladen zu warten brauchen; oder die Karren werden mit einem Schwenkkran ausgerüstet, mit dem sie die zu befördernde Last heben, senken oder

schwenken können. Ferner werden Hochhubvorrichtungen eingebaut, mit denen die Last aufgenommen, befördert und ein bis zwei Meter gehoben, gestapelt werden kann; die Anpassungsfähigkeit und damit auch die Anwendungsmöglichkeiten dieser Fahrzeuge in Fabriken, Dockanlagen, Bahnhöfen, Magazinen, kurzum überall da, wo es gilt, Stückgüter zu befördern, ist ganz ausserordentlich gross. Ein besonderer Vorzug ist ihre hohe Wirtschaftlichkeit; sie sind deshalb ein vorzügliches Mittel, um Betriebe zu mechanisieren. Durch eine solche Lastkarre lassen sich etwa 4 bis 5 Mann ersparen, so dass der Wagen sich schon im Laufe des ersten Jahres durch die erzielten Ersparnisse bezahlt macht.

Anfangs wurden Lastkarren nur innerhalb geschlossener Betriebe verwandt; neuerdings finden sie aber auch auf den Strassen Anwendung; sie



Fig. 10.

Elektroführersitz-Karren als Strassenfahrzeug mit Anhänger.

werden als Müllwagen von vielen Stadtverwaltungen und auch zum Befördern von Gepäck zwischen Hotels und Bahnhöfen oder als Fuhrwerk für Händler aller Art, denen ein Auto zu kostspielig ist, verwendet (Fig. 10). Während die im geschlossenen Betrieb benutzten Karren mit einem Führerstand versehen sind und der Führer auf einem Trittbrett am Kopf der Karre steht, werden zum Betrieb auf öffentlichen Strassen vielfach Führersitzkarren verwendet. Der Energieverbrauch einer Lastkarre ist auf etwa 3000 kWh jährlich zu schätzen, bei voller Ausnutzung im Strassenverkehr auf wesentlich mehr. Dieser Verbrauch erscheint zunächst nicht besonders hoch; man muss aber darauf Rücksicht nehmen, dass es sich um eine verhältnismässig hohe Zahl von Lastkarren handelt, nämlich zurzeit um ca. 12 000 Stück allein in Deutschland. Schätzungsweise wird der Verbrauch der Lastkarren für Deutschland etwa 40 Millionen kWh im Jahr betragen.

Automatische Ladeapparate für Elektrokarren.

Um die Ladung der einzelnen Lastkarre zu erleichtern, hat die Accumulatoren-Fabrik A.-G. einen besonderen Apparat für selbsttätige Ladung auf den Markt gebracht. Es ist natürlich für einen Batteriebesitzer immer etwas unbequem, wenn, um den Ladestrom rechtzeitig abzuschalten, ein besonderer Wärter bestellt werden muss. Dadurch würde der

Betrieb einer einzelnen Lastkarre wesentlich verteuert. Wenn aber durchgeladen und nicht rechtzeitig abgeschaltet wird, besteht die Gefahr, dass darunter die Platten leiden. Diesem Uebelstande hilft der von der Accumulatoren-Fabrik A.-G. gebaute selbsttätige Ladeapparat ab, der mit Hilfe eines Spannungsrelais die Betätigung des Schalters vornimmt. Derartige Spannungsrelais wurden schon früher vorgeschlagen; sie sollten dann in Tätigkeit treten und die Abschaltung bewirken, wenn die Spannung der Batterie auf etwa 2,7 Volt angestiegen ist, die Batterie also vollgeladen ist. Wenn man sich aber die Ladekurve des Akkumulators vergegenwärtigt, so findet man, dass zunächst ein langsamer Anstieg der Spannung erfolgt. Wenn 2,4 Volt erreicht sind, tritt ein schneller Sprung auf etwa 2,5 bis 2,6 Volt ein und gegen Schluss der Ladung steigt die Spannung wieder langsamer auf 2,7 Volt oder mehr an. Dieser letzte Teil der Kurve verläuft sehr flach und ist zu unbestimmt, um danach das Relais ansprechen zu lassen. Deshalb ist bei dem Apparat, wie ihn die Accumulatoren-Fabrik A.-G. auf den Markt bringt, der plötzliche Spannungssprung, der bei 2,4 Volt eintritt, benutzt, um dadurch den Schalter zu betätigen. Es hat sich nämlich weiter durch Erfahrung herausgestellt, dass, wenn die Gasentwicklung in einer Batterie beginnt, was bei etwa 2,4 Volt eintritt, die noch erforderliche Lademenge für ein und dieselbe Batterie immer den gleichen Betrag hat, so dass, wenn also mit konstantem Strom geladen wird, von da ab immer die gleiche Zeit für die Vollladung erforderlich ist. Infolgedessen ist es möglich, für die Abschaltung einen Zeitschalter zu benutzen, der in Tätigkeit gesetzt wird, sobald die Spannung von 2,4 Volt erreicht ist, sobald also die Gasentwicklung in der Batterie einsetzt. In dem Augenblick wird das Pendel eines Uhrwerkes losgelassen, und nach bestimmter Zeit wird dann die Abschaltung vorgenommen. Diese Schaltapparate (System Pöhler) haben sich ganz ausserordentlich gut bewährt und dienen mit dazu, die Bedienung der Batterie sehr zu erleichtern und zu verbilligen. Natürlich wird dieser Apparat genau so wie hier bei den Lastkarren auch bei allen anderen Akkumulatorfahrzeugen benutzt und erleichtert auch diesen sehr die Einführung.

Elektromobile.

Zahlreich und in der Anwendung mannigfaltig sind die elektromobilen Nutzfahrzeuge, die mit Akkumulatoren betrieben werden. Ihre Anwendung erfolgt vorzugsweise von Reichs- und Kommunalbehörden; aber auch Privatfirmen stellen sie in grossem Umfange in Dienst. Sie sind vornehmlich Stadtfahrzeuge, denen ein ganz bestimmtes Interessengebiet zufällt. Auf diesem sind sie allen anderen Fahrzeugarten durch einfache Bedienung, niedrige, nahezu gleichbleibende Betriebskosten und lange Lebensdauer derartig überlegen, dass selbst ihr etwas höherer Anschaffungspreis die Wirtschaftlichkeit nicht beeinträchtigt. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, dass Elektromobile mehr als

20 Jahre hindurch ununterbrochen und ohne grössere Wagenreparaturen zu verursachen, Dienst tun. Mehrfach wurde eine kilometerische Lebensdauer dieser Fahrzeuge von über 500 000 km beobachtet.

Eine ganze Anzahl besonders gearteter Betriebe gibt es, in denen der elektromobile Kraftwagen nur

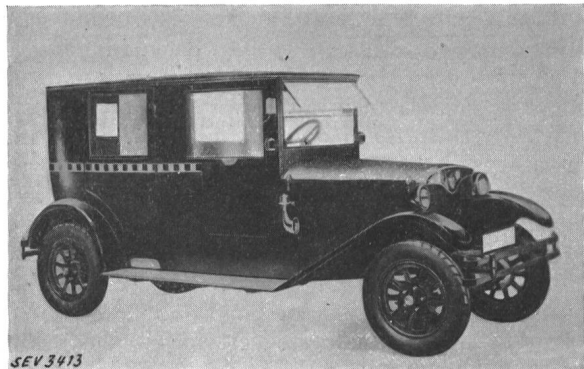


Fig. 11.

Kleindroschke mit Akkumulatorantrieb, Fahrbereich ca. 80 km.

mit Inkaufnahme erheblicher Nachteile durch eine andere Antriebsart zu ersetzen ist. Ich denke dabei an die städtischen Strassenreinigungs- und Müllabfuhr-Fahrzeuge und die Paketbestellwagen der Reichspost. Zurzeit verteilt sich die Anwendung der elektromobilen Nutzfahrzeuge in Deutschland ungefähr wie folgt:

die Deutsche Reichspost betreibt . . .	ca. 2000
die Strassenreinigungsbehörden . . .	» 450
die Müllabfuhrbetriebe	» 350
Brauereien	» 250
sonstige Privatbetriebe	» 1500

Elektromobile, so dass insgesamt etwa 4500 elektromobile Fahrzeuge (ohne Elektrokarren) in Deutschland in Betrieb sind, welche im Jahre ca. 25 Mil-

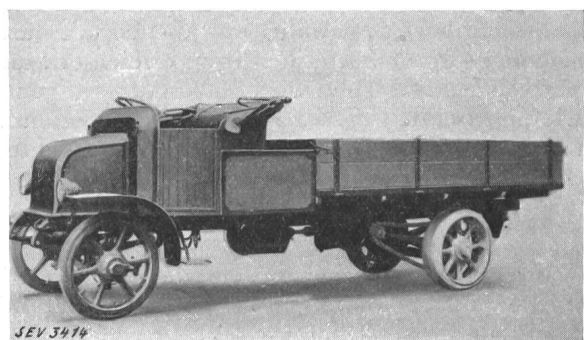


Fig. 12.

5-t-Lastkraftwagen mit Akkumulatorantrieb, Fahrbereich etwa 80 km.

lionen kWh zur Ladung benötigen. Die Ladung der Batterien wird allgemein in der Nachtzeit vorgenommen und verteilt sich gleichmässig über eine Zeit von 8 bis 10 Stunden.

Die Fahrzeuge werden für eine Tragkraft von 1, 2, 3 und 5 t gebaut. Ausserdem werden Schlepper für 10 t Nutzlast und Spezialfahrzeuge wie Strassen-

kehr- und Waschmaschinen, Sprengwagen usw. hergestellt. Bei den kleinen Wagentypen bis 3 t Nutzlast werden Motoren mit einer Betriebsspannung von 75 Volt und 40zellige Batterien, bei den grösseren Fahrzeugtypen Motoren mit einer Betriebsspannung von 150 Volt und 80zellige Batterien verwendet. Die Leistungen der zur Verwendung gelangenden Motoren betragen je nach Grösse der Fahrzeuge 0,75 bis 12 kW. Die vorkommenden Antriebsarten sind folgende:

1. Antrieb durch einen Motor mit Differential und Ketten auf die Hinterräder (Muchow & Comp., 5 t-Wagen).
2. Antrieb durch einen Motor mit Differential im Schubrahmen auf die Hinterräder (Muchow & Comp., 5 t-Wagen).
3. Antrieb durch einen Motor mit Differential und Ketten auf die Vorderräder (Hansa Lloyd, 3 t-Wagen).
4. Antrieb durch einen Motor mit Kette auf ein Hinterrad (Slaby-Beringer-Selbstfahrer).
5. Antrieb durch einen Motor mit oder ohne Planetengetriebe und mit Differential auf die Hinter- oder Vorderräder (Muchow & Comp., 3 t-Wagen).

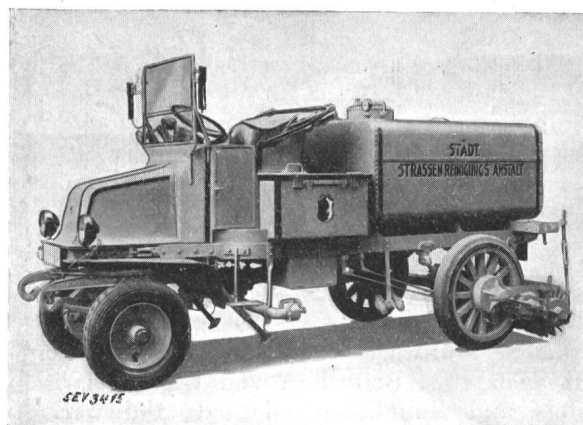


Fig. 13.

Strassenreinigungswagen mit Akkumulatorantrieb.

6. Antrieb durch einen Motor mit senkrechter Kardanwelle auf das Vorderrad bei Dreiradwagen (Muchow & Comp., 750 kg-Wagen).
7. Antrieb durch einen Motor mit Stirnradübersetzung und Welle auf die Differential-Hinterachsen (Motorenwerke J. S. Rasmussen A.-G., Droschke).
8. Antrieb durch einen Motor mit Kardan und Differential auf die Hinterachsen (Bergmann, 2 t-Postwagen).
9. Antrieb durch einen Motor mit Stirnradübersetzung, Differentialvorgelege und Ketten auf die Hinterräder (Bergmann, 2 t-Wagen).
10. Antrieb durch 2 Motoren auf die Hinterräder (Bergmann, 5 t-Wagen).
11. Antrieb durch 2 Motoren auf die Vorderräder mit Stirnradübersetzung bei Drehschemellenkung (Muchow & Comp., 2½ t-Wagen).
12. Antrieb durch 2 Radnabenmotoren in den Vorder- oder Hinterrädern (Faunwerke).

Die Unterbringung der Batterien erfolgt entweder in zwei Trögen seitlich am Chassis hängend, oder in einem Trog, der entweder in der Mitte unter dem Rahmen aufgehängt oder unter dem Führersitz resp. unter der Haube vor dem Führersitz aufgestellt wird. Bei sämtlichen elektromobilen Fahrzeugen wird besonderer Wert auf leichte Zu-

gänglichkeit, Bedienungsmöglichkeit und Auswechslungsmöglichkeit der Batterie gelegt.

Was die elektromobilen Personenfahrzeuge anbetrifft, so haben diese sich in der Zeit, in welcher der Kraftwagenbetrieb in der Entwicklung begriffen war, in Gestalt von Omnibussen, Droschken, Privatwagen resp. Selbstfahrern recht gut eingeführt. Etwa 2000 Elektromobil-Personenwagen waren damals in Betrieb, die lediglich infolge der sich ständig steigenden Anforderungen bezüglich Geschwindigkeit und Fahrbereich nach und nach stillgelegt worden sind. Heute beschränkt sich das Anwendungsgebiet der elektromobilen Fahrzeuge vornehmlich auf Nutz- und Spezialwagen.

III. Elektrische Boote.

Schon sehr frühzeitig wurde der Akkumulator auch als Energiequelle für den Antrieb elektrischer Boote verwendet. Das Akkumulatorboot hat besondere Vorzüge, die Boote mit Verbrennungsmotor oder Dampftrieb nicht aufzuweisen haben. Es arbeitet völlig geräuschlos und stossfrei und ist



Fig. 14.

Akkumulatorverkehrsboote auf dem Königssee.

ausserordentlich einfach in der Bedienung und Schaltung. Ausserdem stört es nicht den Genuss von Naturschönheiten durch Dampf oder Auspuffgase. Man hat den elektrischen Antrieb deshalb besonders auf Seen und Flussläufen angewendet; so besteht eine Flotte von 12 Akkumulatorbooten auf dem Königssee, die ein Fassungsvermögen von 18, 24 und 100 Personen haben (Fig. 14). Der Fahrbereich ist 80, 100 bzw. 160 km. Die Batterien haben Speichervermögen von 14, 17 bzw. 73 kWh und sind unter den Sitzbänken oder den Decksplanken aufgestellt. Auch auf anderen Seen, besonders in Oesterreich, sind solche Akkumulatorboote im Betrieb, so auf dem Traunsee, Attersee, Mondsee usw. Ausser zahlreichen anderen Booten laufen ferner in und um Berlin etwa 80 Lastkähne für Ziegeltransporte, deren Batterien eine Leistung von 72 kWh haben. Akkumulatorboote sind besonders dort angebracht, wo Geschwindigkeiten über 12 km/h nicht erforderlich sind, da sonst die erforderlichen Batterien zu gross oder andererseits

der Fahrbereich zu klein wird. Die Kraftübertragung vom Elektromotor auf die Schiffsschraube ist sehr einfach; sie erfolgt durch eine Längswelle, an deren einem Ende der Motor, eventuell mit Vorlege, und an deren anderem Ende die Schiffsschraube sitzt. Der Gesamtjahresverbrauch an Energie zur Ladung von Batterien auf Wasserfahrzeugen in Deutschland wird auf 0,3 Millionen kWh geschätzt.

Fasst man den Verbrauch an Energie aller der vorgenannten Akkumulator-Fahrzeuge in Deutschland zusammen, so stellt sich derselbe auf weit mehr als 100 Millionen kWh im Jahr.

IV. Batterien.

Die Verhältnisse, unter denen Akkumulatorfahrzeuge zu arbeiten haben, sind, wie Sie aus meinen bisherigen Ausführungen ersehen konnten, recht verschiedenartig. Es ist deshalb nötig, zu wissen, welche Batterieart in jedem Falle am zweckmässigsten Verwendung findet. In Betracht kommen für Fahrzeuge die aus Blei bestehenden Grossoberflächenplattenbatterien, Panzerplattenbatterien, Gitterplattenbatterien und die Eisen-Nickel-Batterien.

Bei den Grossoberflächenbatterien sind die jährlichen Unterhaltungskosten besonders niedrig; sie erfordern infolge der langen Haltbarkeit der Platten nur selten Instandsetzungsarbeiten und lassen einen verhältnismässig hohen Ladestrom zu, so dass sie in kürzerer Zeit als andere Batteriegattungen aufgeladen werden können. Sie finden hauptsächlich für Lokomotiven und ähnliche Schienenfahrzeuge sowie für Boote Verwendung, wo das grössere Gewicht und die grössere Raumbeanspruchung meist keine ausschlaggebende Rolle spielen oder sogar, wie bei Lokomotiven, zur Erhöhung des Adhäsionsgewichtes erwünscht ist. Sie sind ferner bei gleislosen Fahrzeugen wie Karren und Karrenschleppern durchaus dort am Platze, wo die kleinere Kapazität der nach Gewicht und Raum unterbringbaren Grossoberflächenbatterie ausreicht.

Panzerplattenbatterien liegen bezüglich Gewicht und Raumbedarf zwischen Grossoberflächen- und Gitterplattenbatterien. Sie ermöglichen, verglichen mit Grossoberflächenbatterien, bei gleichen Gewichts- und Raumverhältnissen die Unterbringung einer grösseren Kapazität. Der Anschaffungspreis ist ungefähr der gleiche wie der der Grossoberflächenbatterien gleicher Leistung; er ist naturgemäss höher als derjenige der Gitterplattenbatterien. Wird also neben grosser Kapazität auch Wert auf grössere Haltbarkeit der Platten gelegt und steht für die Ladung genügend Zeit zur Verfügung, so wird die Wahl auf eine Panzerplattenbatterie fallen. Vermöge ihrer Vorzüge sind Panzerplattenbatterien sowohl für alle Gleisfahrzeuge als auch alle gleislosen Fahrzeuge in gleich guter Weise brauchbar.

Gitterplattenbatterien stellen sich in der Anschaffung am günstigsten und erteilen dem Fahrzeug infolge ihrer hohen Kapazität gegenüber einer GROSSOBERFLÄCHENBatterie gleichen Gewichtes oder Raumbedarfes einen etwa dreimal so grossen Fahrbereich mit einer Batterieladung. Werden daher grosse Anforderungen in bezug auf den Aktionsradius der Fahrzeuge gestellt, so wird der Gitterplattenbatterie mit ihrem kleineren Gewicht, ihrer geringeren Raubeanspruchung und ihrem niedrigen Anschaffungspreis der Vorzug gegeben werden, wobei die häufigere Plattenerneuerung in Kauf genommen werden muss. Allerdings kommen Gitterplattenbatterien für Lokomotiven usw. im allgemeinen nicht in Frage, denn hier ist meist das Batteriegewicht mit Rücksicht auf die Adhäsion sogar erwünscht. Sie können jedoch auch hierbei Verwendung finden, wenn höchster Wert auf billige Beschaffungskosten gelegt wird. Diese Batterieart ist aber die gegebene für Triebwagen, Elektromobile und für Elektrokarren und -schlepper.

Den günstigen Eigenschaften der Eisen-Nickel-Batterien (hohe Lebensdauer und Festigkeit, Gewichtersparnis gegenüber GROSSOBERFLÄCHENBatterien usw.) stehen auch höhere Anschaffungskosten gegenüber, die sich aus den höheren Material- und Herstellungskosten erklären; andererseits liegen aber die Unterhaltungskosten hier günstig; diese beschränken sich auf die Auswechslung der Lauge (alle 12 bis 18 Monate).

Gegenüber Bleibatterien benötigen alkalische Batterien eine um etwa 60 % grössere Zellenzahl, entsprechend einer Spannung von rund 1,2 V pro Zelle. Der Raumbedarf ist daher im Vergleich zu Gitterplattenbatterien um etwa 60 % grösser; er ist demjenigen der GROSSOBERFLÄCHENBatterien annähernd gleich.

Zu beachten ist noch, dass bei der Grössenbestimmung alkalischer Batterien nicht in demselben Masse wie bei Bleibatterien mit Ueberlastbarkeit gerechnet werden kann, wenn auch an sich eine gelegentliche Ueberlastung selbst bis zum Kurzschluss einer Eisen-Nickel-Batterie nicht schadet; Spannungsabfall und Erwärmung liegen hier höher als bei Bleibatterien und begrenzen die spezifische Belastung, was sich in Fahrzeugen bei Steigungen und häufigen Anfahrten auswirkt.

Richtig bemessen sind aber Eisen-Nickel-Batterien für alle Traktionszwecke dort am Platze, wo die höheren Beschaffungskosten und die Mehrkosten für Ladeenergie — entsprechend dem etwas niedrigeren Wirkungsgrad gegenüber Bleibatterien — nicht ausschlaggebend sind, dagegen besonderer Wert auf lange Lebensdauer, niedrigeres Gewicht und geringe Unterhaltungskosten gelegt wird und dauernd rauhe Behandlung unvermeidlich ist.

Zum Schluss noch etwas über die Fortschritte im Bau von leichten Traktionsbatterien. Der für Traktionszwecke geschaffene und in erster Linie für elektrisch betriebene Strassenfahrzeuge verwendete leichte Akkumulator ist mit Gitterplatten ausgerüstet, das sind Hartbleigitter, in deren Maschen

die aktive Masse für den chemischen Umsetzungsprozess, der das Wesen des elektrischen Sammlers ausmacht, eingepresst ist. Ein solcher Akkumulator hat im Verhältnis zu seinem Gewicht ein hohes Leistungsvermögen. Für die Wirtschaftlichkeit seiner Verwendung ist die Lebensdauer der eingebauten Platten massgebend. Die Lebensdauer zu erhöhen, ohne das Gewicht zu vergrössern, ist von Anfang an das Bestreben der Akkumulatorenfabriken gewesen.

Auf dem Wege zu diesem Ziele hat man heute bereits, und zwar lediglich durch verfeinerte Herstellung der aktiven Masse und Verwendung eines haltbareren Gitters, eine positive Gitterplatte geschaffen, die alle bisherigen Plusplatten weit übertrifft. Auch die negative Platte ist so verbessert worden, dass heute mit einer Verdoppelung ihrer Lebensdauer gerechnet werden kann. Sie ist weniger empfindlich gegen Sulfatation und lässt den Einbau widerstandsfähigerer Scheider zu. Dieser Erfolg bei der negativen Platte wirkt sich auf die mit ihr zusammengebaute positive Platte in dem Sinne aus, dass die Lebensdauer der positiven Platte sehr günstig beeinflusst wird.

Die Verlängerung der Lebensdauer durch erhöhten Schutz der aktiven Masse wurde durch Verbesserungen und Neukonstruktionen des Scheiders erzielt. Der Zweck der Scheider in einer Akkumulatorzelle ist bekanntlich die isolierende Trennung der positiven von den negativen Platten. Die Scheider müssen verhindern, dass irgendwelche Masseteilchen von einer Plattenart zur anderen gelangen können; sie dürfen dem elektrischen Strom nur geringen Widerstand entgegensetzen und müssen denkbar widerstandsfähig gegen thermische und chemische Einwirkungen und dabei mechanisch so fest sein, dass ein zuverlässiger Einbau möglich ist. Schliesslich müssen sie mindestens so haltbar sein, dass ein Aufbrauch vor Erneuerung der positiven Platten nicht eintritt.

Die Verbesserung der bisherigen Scheider, die aus gewellten perforierten Hartgummiblechen und dünnen Holzbrettchen bestehen, geschah dadurch, dass die Brettchen aus einer besonders widerstandsfähigen Holzart mit einer um 50 % grösseren Stärke als bisher verwendet wurden. Ausserdem wurden bei besonders schwierigen Betriebsverhältnissen mit ausgezeichnetem Erfolge auch Scheider aus dünnen, feingeschlitzten Hartgummiblechen in Verbindung mit einseitig gerippten Edelholzbrettchen eingebaut.

Ein weiterer Scheider, der mikroporöse Gummischeiden, der von Prof. Dr. Beckmann erfunden und zu grosser Vollkommenheit entwickelt wurde, ist inzwischen der breiten Öffentlichkeit schon bekannt geworden und hat sich in der Praxis ausgezeichnet bewährt. Dieser aus dem Rohprodukt der Gummibereitung, der sogenannten Gummimilch, nach einem patentierten Verfahren hergestellte Scheider hat den für Scheiderzwecke besonders wertvollen Vorzug, dass er gegen thermische und chemische Einwirkungen fast unempfindlich ist und

dass der sehr geringe Widerstand, den er dem Stromdurchgang bietet, auf der ganzen Oberfläche fast völlig gleichmässig ist. Die Poren des Materials sind ausserordentlich zahlreich und von grosser Feinheit, so dass einerseits Kurzschlüsse vermieden werden und andererseits der Säureausgleich nicht im geringsten behindert wird.

Das Verhältnis zwischen elektrischer Leistung und Gewicht der verschiedenen Batterie-Bauarten

lässt sich in Zahlen etwa folgendermassen ausdrücken:

für 1 kWh bei fünfständiger Entladung beträgt das Elementgewicht:

bei Grossoberflächenplattenbatterien rund	100 kg
» Panzerplattenbatterien »	60 kg
» Gitterplattenbatterien »	40 kg
» Eisen-Nickel-Batterien »	40 kg

Diskussion.

A. Härry, Sekretär des SWV: Den Anlass zu der heutigen Diskussionsversammlung über elektrische Akkumulatorenfahrzeuge gaben nicht etwa umwälzende technische Neuerungen, sondern vielmehr allgemein volkswirtschaftliche und speziell energiewirtschaftliche Erwägungen. Es dürfte daher angebracht sein, mit wenigen Worten das heutige Thema von diesem Gesichtspunkte aus zu betrachten.

Sie wissen, dass, abgesehen von den Wasserkraften, die Schweiz in der Beschaffung motorischer Betriebsstoffe auf die Zufuhr aus dem Auslande angewiesen ist. Diese Abhängigkeit machte sich besonders fühlbar in den Kriegs- und Nachkriegsjahren, als der Bedarf an Betriebsstoffen nur schwer und zu hohen Preisen gedeckt werden konnte. Diese schlimmen Erfahrungen waren der Anlass zu einer nachhaltigen Elektrifikation unseres Landes, besonders im Eisenbahnbetrieb. Dank dieser Massnahme ging der Kohlenkonsum der schweizerischen Eisenbahnen von 585 000 t im Jahre 1920 auf 290 000 t im Jahre 1932 zurück.

Seit etwa 10 Jahren macht sich nun wieder eine gegengerichtete Entwicklung geltend, die eine vermehrte Abhängigkeit vom Ausland zur Folge hat. Die zunehmende Motorisierung im Strassenverkehr bedingt eine gänzliche Umwälzung im Verkehrswesen, die namentlich die Bundesbahnen zu fühlen bekommen. Man rechnet mit einer Entwertung von über 900 Millionen Fr., die vom Bund gedeckt werden soll.

Die Konkurrenz des Brennstofffahrzeuges erstreckt sich auch auf die Strassenbahnlinien, indem an Stelle von elektrischen Strassenbahnen und Tramlinien vielfach der Benzin- oder Rohöl-Autobus tritt.

Eine weitere nachteilige Folgeerscheinung der Motorisierung des Strassenverkehrs ist die Zunahme des Verbrauches an motorischen Brennstoffen. Vom Jahre 1920 bis 1932 ist die Einfuhr von Benzin und Benzol in die Schweiz von 35 000 t auf 205 000 t gestiegen. Im Jahre 1932 wurden 28 Millionen Fr. für Benzin und Benzol ausgegeben, ein gleich hoher Betrag wie 1890 für Steinkohlen.

Die Motorisierung des Strassenverkehrs bringt uns also wieder in eine vermehrte Abhängigkeit vom Ausland; die ausländischen Betriebsstoffe bedeuten zudem eine schwere Konkurrenz zu den mit inländischen Betriebsmitteln arbeitenden Verkehrsmitteln.

Angesichts dieser Tatsachen müssen Mittel und Wege gesucht werden, um die vermehrte Verwendung der aus unseren Wasserkraften erzeugten elektrischen Energie im Strassenverkehr anzustreben. Selbstverständlich soll die Elektrizität nur da angewendet werden, wo sie technische und wirtschaftliche Vorteile bietet.

Wir denken in erster Linie an den Omnibusverkehr innerhalb der Ortschaften und im Vorortverkehr, wo an Stelle der Benzin-Omnibusse in vielen Fällen der elektrische Oberleitungs-Omnibus oder elektrische Akkumulator-Omnibus in Frage kommen kann. Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat am 27. November 1931 in Zürich eine Diskussionsversammlung über diesen Gegenstand veranstaltet, worüber ein gedruckter Bericht vorliegt. Wir denken ferner an die Verwendung elektrischer Akkumulatorenfahrzeuge als Lieferungswagen im Innern von Ortschaften oder als interne Transportmittel in gewerblichen Betrieben.

Leider fehlt eine schweizerische Statistik der elektrischen Strassenfahrzeuge; wir wissen nur, dass im Kanton Zürich etwa 72 (0,5 %) aller Motorfahrzeuge elektrisch betrieben

werden. Im gleichen Verhältnis werden in der Schweiz schätzungsweise 300 bis 400 Akkumulatorenfahrzeuge in Betrieb sein. Wenn es gelänge, nur etwa 10 % der in der Schweiz vorhandenen Lieferungswagen auf Akkumulatorenbetrieb umzustellen, so würde das für 1700 4-t-Wagen mit einer durchschnittlichen Fahrleistung von 30 km pro Tag einen Energieverbrauch von 16 000 kWh pro Wagen oder total jährlich 27 Millionen kWh, meist Nachtenergie, bedeuten. Damit könnte die Einfuhr von 7500 t Benzin im Werte von 1 Million Fr. ersetzt werden.

Die Entwicklung der Verwendung elektrischer Akkumulatorenfahrzeuge hängt natürlich in starkem Masse von den technischen Verbesserungen ab. Auch der Preis der Brennstoffe spielt eine gewisse Rolle. Wie der Preis aller Rohstoffe, sind auch die Ölpreise auf einen sehr tiefen Stand gesunken, und man behauptet, dass die Oelgesellschaften bei den heutigen Verhältnissen mit Verlusten arbeiten. Wie sich die Ölpreise weiter entwickeln werden, kann nicht vorausgesagt werden. Sicher aber ist, dass bei künftigen politischen und wirtschaftlichen Verwicklungen wieder mit Mangel und Teuerung der eingeführten Brennstoffe zu rechnen ist. Andererseits kann ebenso bestimmt gesagt werden, dass mit der fortschreitenden Abschreibung der Elektrizitätswerke die Energiepreise weiter sinken werden.

Ich hoffe, dass die heutigen Verhandlungen dazu beitragen werden, der Verwendung elektrischer Fahrzeuge im Interesse der schweizerischen Volkswirtschaft einen neuen Impuls zu verleihen.

L. R. Tribelhorn, Ingenieur der Oehler & Cie. A.-G., Aarau: Die allgemeine Entwicklung elektrischer Fahrzeuge erstreckt sich in unserem Lande auf 32 Jahre. Pionier und Erschaffer des grössten Teiles unserer Elektrofahrzeuge war **Alberto Tribelhorn**. Das erste von ihm erstellte Elektromobil war ein zweiplätziger Personenwagen. Er war mit Vorderradantrieb und Vierradbremsten versehen. Viele Jahre baute man solche Vehikel, die auch in grosser Zahl ins Ausland geliefert wurden.



Fig. 1.
Gruppe ablieferungsbereiter Dreiradwagen für die Postverwaltung (Paketbestelldienst). Ladegewicht 300 kg.

Mit Kriegsausbruch, als der Brennstoffverbrauch für die Privatwirtschaft eingeschränkt wurde, setzte eine sehr grosse Nachfrage nach Elektrolastwagen, Omnibussen und Elektrobooten ein. Das Elektromobilwesen nahm, durch diese besonderen Umstände begünstigt, einen unerwarteten Aufschwung. Es wurden Elektrolastwagen bis zu 5 t Nutzlast, Omnibusse, Trolleybusse, Luxus- und Lastschiffe und viele andere Fahrzeugtypen gebaut, die zum grössten Teil noch heute im Betriebe stehen.