

# Vorteile und Nachteile des elektrischen Lastwagen- Betriebes

Von

**Dr. Ernst Valentin,**

Oberingenieur bei der Technischen Abteilung  
der Kraftfahrtruppen, Berlin.



BERLIN W.  
Verlag von M. Krayn  
1918

xxx  
164

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298355



93

# Vorteile und Nachteile des elektrischen Lastwagen- Betriebes.

Von

**Dr. Ernst Valentin,**

Oberingenieur bei der Technischen Abteilung  
der Kraftfahrtruppen, Berlin.



BERLIN W.

Verlag von M. Krayn.

1918.



xxx  
164

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

II 31323

Akc. Nr. 3429 149





### 1. Stand des Elektromobilbetriebes vor Ausbruch des Krieges.

Im Folgenden ist eine Uebersicht über die Zahl der elektrischen Wagen gegeben, die im März 1914 in den verschiedenen Ländern Europas im Betriebe war. Die Zahlen sind auf Grund von Umfragen festgestellt und dürften einigermaßen dem wirklichen Stande entsprechen, wenn sie auch, da statistisches amtliches Material darüber nicht vorhanden war, Anspruch auf vollständige Genauigkeit nicht machen können.

Nachweis über die in Europa laufenden Elektromobilen nach den Ermittlungen vom 20. März 1914:\*)

Staaten	Personen- elektro- mobile	Last- elektro- mobile	Per- sonen- drei- räder	Geschäfts- und Post- dreiäder	Gesamt- zahl
Deutschland . . . .	862	554	5	270	1691
Holland . . . . .	70	38	1	6	115
Dänemark . . . . .	2	21	—	5	28
Schweden . . . . .	2	2	—	2	6
Oesterreich-Ungarn	132	117	1	15	265
Belgien . . . . .	1	—	—	—	1
Frankreich . . . . .	100	190	—	28	318
Rußland . . . . .	3	4	—	1	8
England . . . . .	201	62	—	25	288
Schweiz . . . . .	131	69	—	—	200
Rumänien . . . . .	—	—	—	1	1
Spanien . . . . .	12	—	—	1	13
Italien . . . . .	60	173	—	5	238
Insgesamt . . . . .	1576	1230	7	359	3172

\*) Für die folgenden Zahlen ist der Verfasser der Akkumulatoren-Fabrik-A.-G., Berlin-Hagen, zu Dank verpflichtet.



Weit mehr als in Europa hatten sich die Elektromobile in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika eingeführt. Allerdings muß als sehr auffällig erwähnt werden, daß, soweit aus vorliegenden Berichten zu erkennen ist, auf der im Januar 1918 stattgefundenen letzten Automobil-ausstellung nicht ein elektrischer Wagen ausgestellt war. An elektrischen Personenwagen liefen dort Ende 1913 etwa 34 075 Stück, während zur gleichen Zeit in Deutschland (d. h. einschließlich aller mit Benzin getriebener Wagen aber ohne Krafträder) 70 515 Kraftfahrzeuge in Betrieb waren. Um jedoch hier kein falsches Bild zu bekommen, kann die Zahl der in Amerika laufenden Personen-Elektromobile nur mit der Gesamtzahl aller in Amerika zur selben Zeit überhaupt betriebenen Kraftfahrzeuge für Personenbeförderung (1.159.332) verglichen werden. Es ergibt sich dann ein Prozentsatz von etwa 3% für die elektrischen Personenwagen im Vergleich mit sämtlichen Personen-Kraftfahrzeugen überhaupt. In Deutschland würde dieselbe Rechnung, für Anfang 1914 aufgestellt, einen Prozentsatz für elektrische Kraftwagen von 1,4 % ergeben. Es liefen in Deutschland insgesamt 60 876 Personenkraftwagen (ohne Krafträder), von denen etwa 862 elektrisch betrieben wurden.

Stellt man ähnliche Rechnungen auf, indem man jedoch nur die Last- und Lieferungs Wagen berücksichtigt, so ergibt sich als Gesamtzahl der Ende 1913 in Amerika im Betriebe befindlichen Wagen rund 78 000, von denen etwa 17 700 Wagen elektrisch betrieben wurden; das entspricht einem Prozentsatze von etwa 22%, d. h. mehr als ein Fünftel aller Last- und Lieferungs Wagen wurde in den Vereinigten Staaten elektrisch betrieben. Dieselbe Rechnung wiederum für Deutschland durchgeführt ergibt einen Prozentsatz von etwa 5,7 %. Es liefen in Deutschland insgesamt 9739 Lastkraftwagen, von denen etwa 554 elektrisch betrieben wurden.

Das hauptsächlichste Feld der Betätigung für die elektrischen Fahrzeuge ist die Großstadt. Infolgedessen kommen in erster Linie solche Fahrzeuge für den elektrischen Antrieb in Betracht, die für den großstädtischen Verkehr benötigt werden. Es sind dies

- 1.\*) Feuerwehrfahrzeuge, von denen in Deutschland bei etwa 34 Feuerwehren im ganzen etwa 150 elektrische Wagen im Betriebe waren. Auf Berlin allein entfallen hierbei etwa 50 Wagen.
2. Straßen-Reinigungswagen, insbesondere Straßenwaschmaschinen, von denen etwa 60 in Berlin in Betrieb waren.

---

\*) Alle folgenden Angaben sind auf den 1. Januar 1914 bezogen.



3. Droschkenfahrzeuge, welche in einer Anzahl von 475 in Berlin liefen. Ein einziges Droschkenunternehmen Berlins hatte 200 elektrische Droschken mit insgesamt 400 Einzelbatterien laufen.
4. Omnibusse bzw. Hotelwagen, die hauptsächlich von den großen Luxus-Hotels im Auslande (Schweiz und Italien) benutzt werden. In Wien verkehrten 13 derartige Wagen als „Stellwagen“ zwischen Stephansdom und Volksoper.
5. Müllabfuhrwagen. Nachdem mehrere Städte, u. a. Altona, für diesen Zweck elektrische schwere Lastwagen mit bestem Erfolge verwandt hatten, wurde die allgemeine Einführung dieses Verkehrsmittels für den städtischen Betrieb dringend empfohlen. Da diese Wagen von Haus zu Haus fahren müssen und infolgedessen immer nur sehr kleine Fahrstrecken in Betracht kommen, so ist gerade hier der elektrische Betrieb besonders am Platze. Bei den hierfür gebauten Spezialfahrzeugen braucht der Wagenführer nicht jedesmal auf den Wagen steigen, sondern kann diesen vielmehr mit einem unten an der Seite angebrachten besonderen Lenkrade bedienen.
6. Lieferungs- und Lastwagen. Zunächst hat eine Reihe von Warenhäusern elektrische Wagen im Betriebe, geeignet für eine Tragkraft von 0,5—5 t. Die Berliner Postbehörde verwendet elektrische Wagen in großem Maßstabe. Es dienen allein über 70 Dreiräder zur Entleerung der Briefkästen, 47 große Wagen dem Verkehr der Postanstalten untereinander und der Paketbeförderung. In Leipzig liefen 30 Wagen; ebenso lief auch in Wien eine ganze Reihe elektrischer Postfahrzeuge.
7. Krankenwagen. Für diesen Zweck eignen sich die elektrischen Wagen ganz besonders, so daß wohl die meisten großstädtischen Krankenhäuser sich elektrische Krankentransportwagen angeschafft haben.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist man, wie bereits angeführt, mit der Einführung elektrischer Wagen in den städtischen Betrieben in großem Maßstabe vorgegangen. So unterhielt die American-Express-Company 350, die Adams-Express-Company 300 Elektromobilen. In Boston ergab sich folgende Entwicklung der elektrischen Fahrzeuge:

1902	2	Lastwagen
1904	9	„
1906	17	„
1908	34	„
1910	223	„
Ende 1913	409	„



Aehnlich liegen die Verhältnisse in Chicago, New York und Philadelphia. Anfang des Jahres 1910 liefen bereits in St. Louis 340 elektrische Wagen, in Cleveland 1800, in Rockford, einer Stadt von nur etwa 45 000 Einwohnern, 170, in Chicago 3000 und im Staate New York 7000 Elektromobilen.

## 2. Stand des Elektromobilbaues in Deutschland jetzt und vor Ausbruch des Krieges.

Mit dem Bau von elektrischen Kraftfahrzeugen beschäftigten sich früher hauptsächlich folgende deutsche Firmen:

1. Daimler - Motoren - Gesellschaft, Berlin - Marienfelde, (Radnabenmotoren, Konstruktion Lohner-Porsche).
2. Nationale Automobil-Gesellschaft, Berlin - Oberschöne-weide (verschiedene Konstruktionen).
3. Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H., Berlin-Siemens-stadt (hauptsächlich Einmotorenantrieb).
4. Bergmann-Elektrizitäts-Werke Aktiengesellschaft, Berlin-Rosenthal, (Mehrmotorenantrieb).
5. Hansa-Lloyd-Werke Aktiengesellschaft, Bremen, (System Krieger).
6. Berliner Elektromobilfabrik „Bef“, Berlin, (Dreiräder mit Vorderradantrieb).
7. Gebhardt & Harhorn G. m. b. H., Berlin, (Dreiräder mit Vorderradantrieb).
8. Hentschel & Co., Berlin, (Straßen-Wasch- und Kehrmaschinen, elektrische Vorspannwagen).
9. Heinrich Scheele, Cöln-Lindenthal, (Mehrmotorenantrieb).
10. Justus Christian Braun, Nürnberg, (Feuerwehrfahrzeuge).

Von diesen Fabriken kommen zurzeit für den Bau von elektrischen Wagen nur noch in Betracht:

2. Nationale Automobil-Gesellschaft, Berlin-Oberschöne-weide,
4. Bergmann-Elektrizitäts-Werke Aktiengesellschaft, Berlin-Rosenthal,
5. Hansa-Lloyd-Werke Aktiengesellschaft, Bremen,
6. Berliner Elektromobilfabrik „Bef“, Berlin,
8. Hentschel & Co., Berlin, (jetzt: Elitewerke A. G.)
9. Heinrich Scheele, Cöln-Lindenthal,

und außerdem drei weitere Fabriken, die inzwischen den Elektromobilbau neu aufgenommen haben, während die anderen Firmen entweder durch die Fabrikation dringenden Heeresgerätes, insbesondere auch von Kraftfahrzeugen mit Benzinmotoren, voll beschäftigt sind, oder aber den Elektromobilbau überhaupt aufgegeben haben. Unter der Voraussetzung, daß den genannten 6 Firmen bei



der Beschaffung des benötigten Materials und der Gestellung von Arbeitern genügend Unterstützung zuteil würde, könnte mit einer Produktionsziffer von etwa 100 Wagen monatlich nach einer Anlaufzeit von etwa 8—10 Monaten gerechnet werden. Es dürfte jedoch nicht schwer sein, auch einige derjenigen Fabriken, welche früher Elektromobilen gebaut haben und möglicherweise auch noch neue Fabriken zum Bau solcher Fahrzeuge heranzuziehen, wenn die Absatzmöglichkeiten für Elektromobilen derart gefördert werden könnten, daß sich der Elektromobilbetrieb in ausgedehnterem Maße in den deutschen Großstädten einführt, als dies bisher der Fall war.

Die Herstellung von Elektromobilen eignet sich in besonderem Maße für den **Serienbau**. Die hauptsächlichsten Bauteile können unschwer derart normalisiert werden, daß die gleichen Stücke ein und desselben Fabrikates für Wagen verschiedenster Art Verwendung finden können, wie beispielsweise der Antriebsmotor, die Schalteinrichtungen, der Kontroller, die Sicherungsvorrichtungen, die Akkumulatoren-Batterie, die Steuersäule, die Bremsen usw. Der Elektromobilbau ist infolgedessen nicht an elektrotechnische Spezialfabriken gebunden, sondern er kann vielmehr, und zwar in sehr vorteilhafter Weise ausgeübt werden von Firmen, die in der Großstadt gelegen sind und sich hauptsächlich mit dem Zusammenbau derjenigen Gruppen des Wagens zu beschäftigen hätten, welche von den Spezialfabriken angeliefert würden.

Wenn von seiten der Benutzer elektrischer Wagen oder anderen berufenen Stellen die Normalisierung der einzelnen Bauteile noch weiter gefördert werden würde, so daß nicht nur die Bauteile einer Baufirma untereinander, sondern nach Möglichkeit auch gewisse Bauteile verschiedener Fabriken untereinander auswechselbar wären, so könnte sich eine wesentliche Verbilligung bei der Herstellung von Elektromobilen erreichen lassen bei gleichzeitiger großer Vollendung der Bauteile selbst\*).

Im allgemeinen kommen für den Elektromobilbau vier Fabrikationszweige in Betracht. Es sind dies:

- a) Elektrotechnik (Motoren, Schalter, Kontroller, Sicherung, Kabel, Widerstände usw.);
- b) Akkumulatorentechnik (Akkumulatorenbatterien);
- c) Automobiltechnik (Fahrgestell mit allen maschinellen Teilen außer den elektrischen);
- d) Karosseriebau (Aufbauten, eventuell Räder usw.).

Bemerkenswert unter den vier genannten Industriezweigen ist die unter b) angeführte Akkumulatorentechnik. Früher kamen hauptsächlich drei Systeme und Fabriken

---

\*) Rentabilitätsaufstellungen siehe Seite 28 und 29.



für den Bau von Akkumulatoren für Elektromobile in Betracht (Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft, Berlin-Hagen, — Afa —, Akkumulatorenwerke Gottfried Hagen, Kalk-Cöln, und Deutsche Edison-Akkumulatoren-Company, G. m. b. H., Berlin). Die Deutsche Edison-Akkumulatoren-Company hat die Lieferung eingestellt, da die auf den Nickel-Eisen-Akkumulator seinerzeit gesetzten großen Hoffnungen nicht erfüllt wurden.

Neu hinzugekommen ist noch die Sammlerwerk G. m. b. H. in Soest.

### 3. Die Bedeutung des Akkumulators für den Elektromobilbetrieb.

Mehr oder weniger steht und fällt die Wirtschaftlichkeit des Elektromobilbetriebes mit den Unterhaltungskosten der Akkumulatorenatterie. Die Unvollkommenheit des Akkumulators ist in erster Linie schuld an der Unbeliebtheit des Elektromobilbetriebes. Sowohl die Lebensdauer einer Elektromobilatterie, die nach etwa 200 Entladungen einer gründlichen Reparatur unterzogen werden muß, als auch ihr Fahrbereich (Aktionsradius), der bei einem normalen Lastwagen etwa 50 km beträgt, sind im Vergleich mit den Verhältnissen der Benzinwagen, die mit den elektrischen Wagen im schärfsten Wettbewerb stehen, äußerst gering. Die Unterhaltungskosten werden für einen Fuhrhalter, der nur einen oder einige wenige elektrische Wagen im Betriebe hat, recht hoch, insbesondere dadurch, daß stets nur soviel Wagen fahrbereit sind, wie brauchbare Akkumulatorenbatterien zur Verfügung stehen. Um nun diesen Nachteil des Elektromobilbetriebes, der in erster Linie in der technischen Unvollkommenheit der Akkumulatoren begründet ist, wettzumachen, hatten sich die Akkumulatorenfabriken in äußerst vorsichtiger Weise vor einigen Jahren dazu entschlossen, den Elektromobilbesitzern die ständige Unterhaltung der Batterien gegen eine feste, nach Fahrkilometern berechnete Pauschale abzunehmen.

Der nächste Schritt auf diesem Wege, und zwar derjenige, welcher dem Elektromobilbetrieb in der Großstadt die Ausbreitung wesentlich erleichtern wird, ist der, die Akkumulatoren-Batterien überhaupt nicht mehr in das Eigentum der Elektromobilbesitzer übergehen zu lassen, sondern sie nur auszuleihen und sie gleichzeitig derart zu vereinheitlichen\*), daß die Batterien gleicher Größe ohne weiteres in alle Fahrzeuge passen. Die Größen selbst müßten auf ein Mindestmaß beschränkt werden, also auf etwa 4 Größen, und zwar Größe a) für Dreiräder,

---

\*) Weitere Ausführungen über die Normalisierung siehe Seite 12 und 14.



Größe b) für viersitzige Personen- und kleine Lieferungs-  
wagen, Größe c) für kleinere Omnibusse und mittlere Trans-  
portwagen, Größe d) für große Omnibusse und Lastwagen.

Aber nicht allein die Größen der Akkumulatorenbatterien  
müßten normalisiert werden, sondern auch die Befestigungs-  
vorrichtungen der Batterien an den Fahrzeugen und auch  
gleichzeitig diejenigen (mechanischen, hydraulischen oder  
elektrischen) Hebevorrichtungen, welche nötig sind,  
um die Batterien von dem Wagen herabzunehmen bzw. sie  
auf die Wagen hinaufzusetzen. Hierdurch soll erreicht  
werden, daß ein Wagen, gleichgültig welcher Konstruktion  
und Bauart er auch sei, geeignet für beispielsweise eine  
Batterie Größe d), in jeder der an den verschiedensten  
Stellen einzurichtenden Ladestationen seine verbrauchte  
Batterie abgeben und mit einer neuen fertiggeladenen Bat-  
terie sofort versehen werden kann.

In Berlin als der wegen seines vorzüglichen Pflasters  
und fast durchweg ebenen Geländes für den Elektromobil-  
betrieb bestgeeigneten Stadt müßte eine Reihe von Ak-  
kumulatoren-Stationen eingerichtet werden, und zwar eine  
im Zentrum und je eine in den nahen Vororten, wie bei-  
spielsweise Halensee, Spandau, Tegel, Pankow, Weißensee,  
Tempelhof, Schmargendorf usw., derart, daß die Entfernung  
der einzelnen Akkumulatorenstationen untereinander nicht  
größer sein dürfte als etwa 10 km\*). Der Transportwagen eines  
Warenhauses würde dann mit einer gefüllten Batterie, die  
ihm am Abend vorher in der Zentral-Sammelstelle ein-  
gesetzt war, morgens auf die Tour fahren und würde dann  
unbesorgt um die Reichweite seiner Batterie bis zum  
Abend fortbleiben können; er müßte lediglich seine Tour  
so einrichten, daß er etwa in der Mittagsstunde bei der  
betreffenden Station in dem von ihm befahrenen Vorort  
mit herankommt, um seine verbrauchte Batterie gegen eine  
frische auszuwechseln.

Es genügt nunmehr nicht, die Akkumulatorenbatterie  
selbst in bezug auf Länge, Breite und Höhe zu normalisieren,  
sondern es muß auch die Art der Anbringung der Batterien  
an den Fahrgestellen vereinheitlicht werden.  
Es ist, um eine Austauschbarkeit der Batterien wahllos  
untereinander zu ermöglichen, nicht angängig, daß, wie bisher,  
die verschiedensten Plätze des Fahrgestelles für die Unter-  
bringung des Batteriekastens gewählt werden. Einige  
Firmen hängen die Batterien unter das Fahrgestell in den  
Mittelraum zwischen Vorder- und Hinterachse; andere  
wiederum setzen die Batterien oben auf das Fahrgestell.  
Auch gibt es Variationen beider Anbringungsarten durch  
Unterteilung der Batterien in mehrere Abteilungen, so daß  
mitunter in ein und demselben Fahrgestell kleinere Batterien

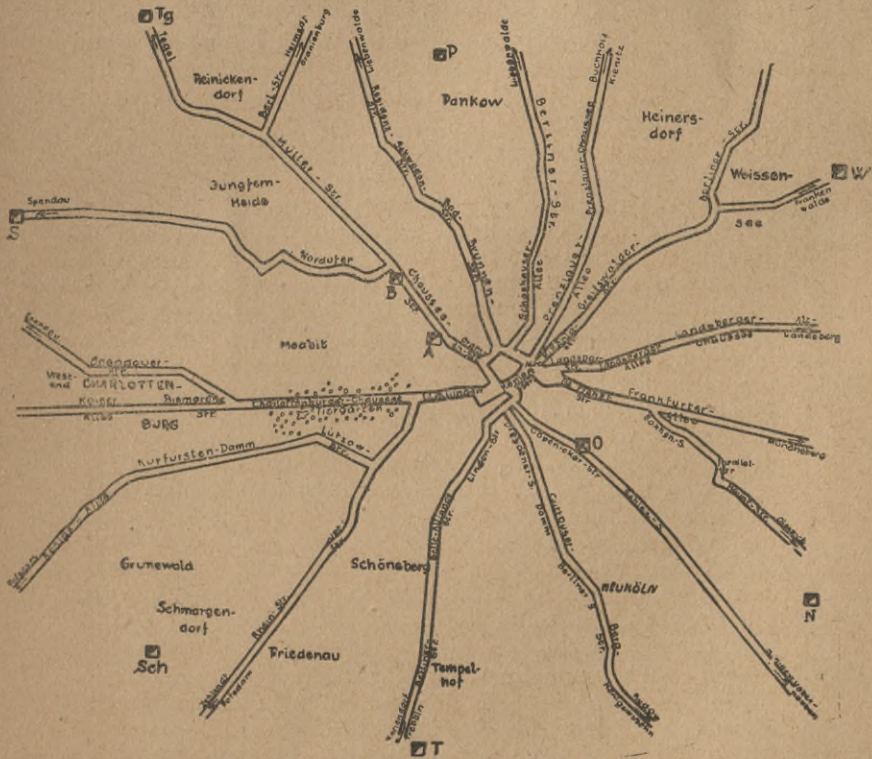
\*) Der beigefügte Plan zeigt einen derartigen Vorschlag.





sich an verschiedenen Stellen befinden, wie z. B. vorn vor dem Fahrer, dort, wo bei dem Benzinwagen sich der Motor unter einer Haube befindet, unter dem Führersitz selbst, zwischen den Achsen und schließlich auch hinter der Hinterachse.

Vorschlag für die Verteilung der Akkumulatoren-Ladehöfe in Berlin.



Bezeichnung der Abkürzungen:

- A = Akkumulatorenfabrik, S = Siemens-Schuckertwerke, B = Betriebsgesellschaft  
O = Omnibusgesellschaft, N = Nationale Automobil-Gesellschaft, T = Tempelhof,  
W = Weißensee, P = Pankow, Tg = Tegel, Sch = Schmargendorf.

Diese Vereinheitlichung des Platzes für die Unterbringung der Batterien ist insbesondere deshalb von Wichtigkeit, weil bei dem großen Eigengewicht der Batterien (bei einem 4-t-Lastwagen etwa 1500 kg) zum Umtausch einer geladenen gegen eine entladene Batterie besondere Hebevorrichtungen nötig sind. Es ist daher unerlässlich, daß auch diese Hebevorrichtungen derart ver-



einheitlich werden, und daß in allen Akkumulatorenanstalten die gleichen Hebevorrichtungen, passend für alle Elektromobile, gleichgültig welcher Bauart, vorhanden sind. Die Befestigung der Batterien selbst im Fahrgestell muß, wie sich aus der Vereinheitlichung der Hebevorrichtungen und der Größe der Batterien selbst ohne weiteres ergibt, ebenfalls normalisiert werden. Hierbei müssen alle drei Teile, die Batterie selbst, die Hebevorrichtung und die Befestigungseinrichtung derart zueinander passend gewählt werden, daß das Auswechseln der Batterien in der denkbar einfachsten, schnellsten und vor allen Dingen betriebssichersten Weise erfolgen kann.

Es handelt sich hierbei nicht allein um die technische Lösung dieser Aufgaben, sondern hauptsächlich auch um die wirtschaftliche Organisation. Da nun anzunehmen ist, daß das einzelne Privatunternehmen, welches Elektromobile laufen läßt, sich nicht genügend Autorität gegenüber anderen und insbesondere den im Wettbewerb stehenden Gesellschaften wird verschaffen können, um die hierfür nötige Organisation zwingend für alle neu in Betrieb kommenden Elektromobilen durchzuführen, wäre es nötig, daß die Stadtverwaltungen selbst diese Organisation übernehmen und durchführen würden, und es wäre ferner nötig, daß die einzelnen Städte untereinander sich zusammentun, damit sich nicht etwa in verschiedenen Städten verschiedene Arten der Batteriebefestigungen an den elektrischen Kraftwagen befänden. Es würde durch eine solche Verschiedenheit nicht nur die Einheitlichkeit der Fabrikation von den Batterien, den Hebevorrichtungen und den Fahrgestellen leiden, sondern es würden auch bei eventuellem Ortswechsel von Batterien und Wagen umständliche und kostspielige Umarbeitungen von Fall zu Fall nötig sein.

#### 4. Derzeitiger Stand der Konstruktionen von Elektromobilen.

Veranlaßt durch die große Vernachlässigung, welche das Publikum den elektrischen Kraftwagen in den letzten 10 Jahren hat zuteil werden lassen, haben sich die Elektromobilen bauenden Firmen recht wenig um die technische Fortentwicklung der Konstruktion ihrer Elektromobilen bemüht. Im allgemeinen kann man wohl sagen, daß bei Kriegsausbruch noch vielfach dieselben, mit den gleichen Mängeln behafteten Konstruktionen elektrischer Fahrzeuge gebaut wurden wie zu Anfang dieses Jahrhunderts, als der Elektromobilbau Anstalten machte, sich in gleich großartiger Weise zu entwickeln wie der Bau von Wagen mit Verbrennungsmotoren. Die meisten Konstruktionen wiesen den Fehler auf, daß sie die Fortschritte und Erfahrungen des



Benzinwagenbaues sich nicht zunutze machen. Es glichen vielmehr derartige Fahrzeuge Pferdewagen ohne Pferde und Deichsel. Die Motoren selbst waren in verhältnismäßig primitiver Weise entweder mit besonderen Pufferfedern oder auch sogar völlig ungefedert in unmittelbarer Nähe der Räder angebracht, so daß sie die gleichen schweren Stöße auszuhalten hatten, welchen die Wagenräder selbst und die Wagenachsen namentlich auf schlechter Straße ausgesetzt sind.

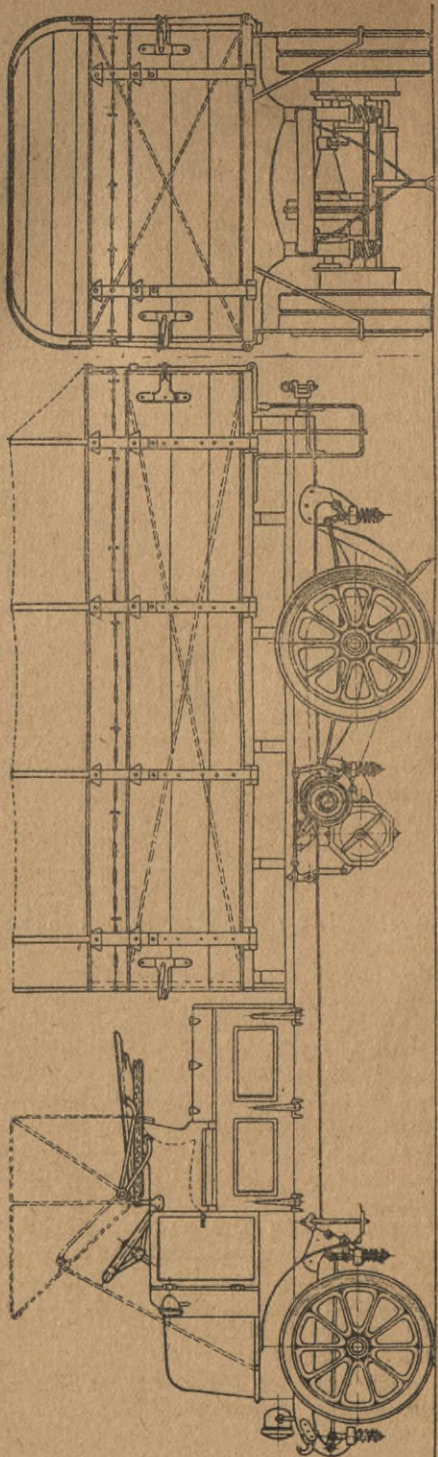
In neuester Zeit haben die hauptsächlichsten Lieferfirmen ihre Konstruktionen einer Neukonstruktion unterzogen. Unter anderem hat die von den Siemens-Schuckert-Werken bereits im Jahre 1905\*) sowohl für Personewagen als auch für leichte Lastkraftwagen herausgebrachte Konstruktion, bei der ein im Wagengestell oberhalb der Federn angebrachter Motor die Hinterräder vermittle eines Differentialantriebes antreibt, Nachahmer gefunden, und es scheint fast, als wenn die bei dieser Konstruktion bestimmend gewesenen Gedanken, den elektrischen Antrieb in durchaus ähnlicher Weise, wie den Antrieb der Benzinwagen auszubilden, als richtig und zukunftsreich anerkannt werden muß.

Aber nicht nur für den Antrieb der Räder selbst, sondern auch für die Steuerung, Bedienung und Bremsung des Wagens sollte man sich an die nun schon seit vielen Jahren so bewährten Konstruktionen und Erfahrungen des Automobilbaues anlehnen. Die gleichen Grundsätze, welche bei der Normalisierung der Benzin kraftfahrzeuge Geltung hatten, um die Steuerungs- und Bedienungsgestänge (Handräder, Handhebel, Fußhebel) nach einheitlichen Gesichtspunkten für alle Wagen gleich zu gestalten, sollten in noch erhöhtem Maße für den Elektromobilbau Anwendung finden, denn da man im allgemeinen doch wohl kaum gelernte Mechaniker auf die elektrischen Wagen setzen wird, ist es von großer Wichtigkeit, daß die Fahrer auf den einzelnen Wagen ohne weiteres ausgetauscht werden können, ohne daß die Gefahr besteht, ein auf den Wagen einer Fabrik eingewöhnter Fahrer werde sich nicht gleich auf dem Wagen eines anderen Fabrikates zurechtfinden und werde möglicherweise im Großstadtbetriebe ein Unglück anrichten. Eine möglichst baldige im Interesse der Verkehrssicherheit streng durchzuführende Normalisierung hätte für alle Elektromobilfabriken bindend festzulegen, welcher Hebel und welche Bewegungseinrichtung dieses Hebels für Vorwärts-, Rückwärts-Fahrt und Stillstand und welcher Fußhebel (links oder

---

\*) W. A. Th. Müller „Ueber Fortschritte im Bau von Elektromobilen“. Elektrotechnische Zeitschrift 1907.





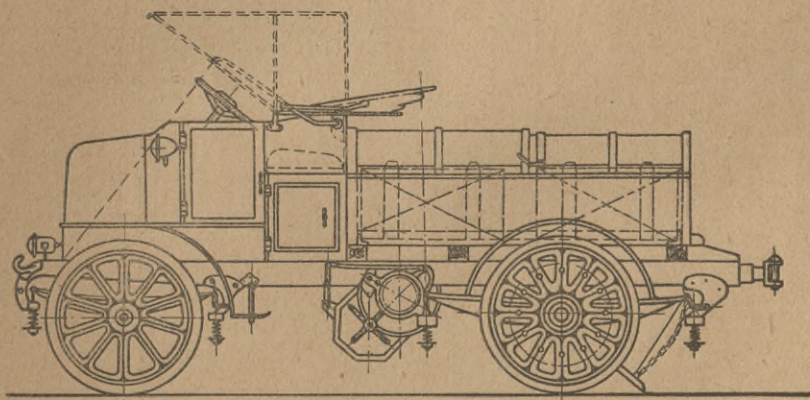
† t elektrischer Lastkraftwagen neuester Bauart (Konstruktion Hansa-Lloyd). Der Platz für die Unterbringung der Batterie und die Batterie selbst sind normalisiert.





rechts) für die Ausschaltung des Motors und welcher für die Bremse sein muß usw.

Ueberhaupt dürfte wohl selten wieder sich eine so überaus günstige Gelegenheit bieten, um im Interesse des Ganzen und insbesondere der Verkehrssicherheit auch für den elektrischen Wagen in ähnlicher Weise Normalien zu schaffen, wie dies für die Benzinwagen bereits durch die gemeinschaftlich zwischen der Heeresverwaltung und der Industrie ausgearbeiteten allgemeinen und Sonder-Einheiten geschehen ist. Die allgemeinen Einheiten könnten wohl ohne weiteres vom Benzinwagen übernommen werden. Als Sondereinheiten hätten hinzuzukommen Normalien für die rein elektrischen Stücke und Teile, wie z. B.



Elektrischer Zugwagen neuester Bauart (Konstruktion Hansa-Lloyd).

Kabelanschlüsse, Schalter, Sicherungen, Klemmen, Bürsten, Ringe usw. Hierbei wäre es wahrscheinlich gar nicht einmal nötig, ganz neue Normen zu schaffen. Man könnte sich vielmehr aus den bestehenden und bewährten Normalien der großen Elektrizitätsgesellschaften die für den Elektromobilbau best geeigneten von Fall zu Fall herausuchen. Nötig wäre es allerdings, an diese Normalisierung des Elektromobilbaues möglichst bald heranzugehen, damit später, wenn die Heeresverwaltung nicht mehr denjenigen Einfluß auf die Industrie wie jetzt als einzig bestellende Behörde ausüben kann, die Normalisierung bereits durchgeführt sei. Zur Durchführung dieser Normalien wären nunmehr nicht nur die Elektromobilfabriken allein, sondern vor allem auch die Elektrizitätsindustrie heranzuziehen.



Ebenso wie auf der einen Seite zur Förderung des Elektromobilbetriebes dringend zur Normalisierung geraten werden kann, muß aber andererseits von einer zu weitgehenden Vereinheitlichung dringend abgeraten werden. Wie bereits mehrfach ausgeführt, befindet sich der Elektromobilbau noch vollständig im Anfangsstadium der Entwicklung. Die Konstruktionen sind noch durchaus im Fluß, und es ist daher mit Sicherheit anzunehmen, daß im Laufe der nächsten Jahre, wenn sich die Konstrukteure mehr, als es bisher der Fall war, mit elektrischen Fahrzeugen beschäftigen werden, Konstruktionen und Erfindungen herauskommen werden, die möglicherweise das jetzt Bestehende und als gut Anerkannte weit übertreffen und in den Schatten stellen werden. Es ist daher nicht angängig, schon jetzt an die Normalisierung der Motoren selbst, des Inneren der Akkumulatoren-Batterien, der Antriebe usw. heranzugehen. Hierdurch würde zweifellos der technische Fortschritt in einer die Entwicklung des Elektromobilbaues hemmenden Weise auf Jahre hinaus angehalten werden.

#### 5. Nachteile des Elektromobilbetriebes.

Trotz der an anderer Stelle dieser Abhandlung geschilderten und teilweise wesentlichen Vorteile des elektrischen Betriebes für Kraftfahrzeuge hat sich das Elektromobil im Laufe der letzten 15 Jahre, während welcher Zeit das Benzinautomobil eine über alles Erwarten großartige Verbreitung gefunden hat, nicht im Entferntesten so eingebürgert, wie man es zu Anfang dieses Jahrhunderts vielfach annahm. Der Grund hierfür liegt in den nicht unerheblichen Nachteilen des elektrischen dem Benzin-Betriebe gegenüber. Zunächst wird als besonders störend empfunden, daß der elektrische Wagen keine Freizügigkeit und einen nur verhältnismäßig geringen Fahrbereich besitzt. Während beim Benzinwagen, dessen Fahrbereich mit einer Füllung schon etwa das Fünffache des elektrischen Betriebes beträgt, ein einfaches Auffüllen des Brennstoffbehälters mit Benzin, Benzol oder dergleichen, welche Stoffe überall ohne weiteres zu haben sind, genügt, um den Wagen sofort wieder fahrbereit für eine große Strecke zu machen, darf der elektrische Wagen sich wenigstens so lange, als nicht die Batterien austauschbar und Ladestellen in großer Anzahl vorhanden sind, nicht weiter als etwa 20—30 km von seinem Standort entfernen, andernfalls er Gefahr läuft, nicht mehr genügend Strom zu haben, um mit Sicherheit wieder nach Hause zurückkehren zu können.

Im allgemeinen kann man mit einer längeren Wegstrecke als etwa 40—60 km mit einer Akkumulatorenbatterie nicht



rechnen. Nicht allein, daß die Batterie im Laufe des längeren Betriebes an Kapazität verliert, ist es auch für den Fahrer zu gewagt, seine Fahrten so weit auszudehnen, bis die Batterie völlig entladen ist, weil er nicht mit unbedingter Sicherheit angeben kann, wann der Wagen infolge Versagens der entladenen Batterie endgültig zum Erliegen kommen wird und weil das Fahren mit stark entladener Batterie dieser sehr schädlich ist.

Aus diesem beschränkten Fahrbereich ergibt sich ohne weiteres die Schwierigkeit, den elektrischen Wagen für Fahrten über Land zu benutzen. Andererseits aber ist auch eine unbeschränkte Fahrt mit einem elektrischen Wagen in der Großstadt, wie beispielsweise in Berlin, dadurch nicht ohne weiteres ausführbar, daß hier schon durch die Entfernungen der Vorstädte von einander mitunter Fahrten von einer solchen Länge in Betracht kommen, daß die unbedingt sichere Rückkehr des Wagens zu seinem Ausgangspunkte nicht ohne weiteres gewährleistet ist. Es wird zwar häufig eingewendet, daß bei der Ausdehnung des elektrischen Leitungsnetzes wohl in vielen Fällen die Möglichkeit, die Batterien wieder aufladen zu können, gegeben ist. Hierbei ist aber zu beachten, daß zum Laden eines Elektromobils häufig Umformer, besondere Ladevorrichtungen usw. vorhanden sein müssen und daß ferner das Laden nicht unter etwa 6 Stunden geschehen kann, welche Zeit daher für die Fahrt selbst verloren wäre. Abhilfe gegen diese Nachteile wird in erheblichem Maße die Einrichtung von einem Netz von Ladestationen, wie an anderer Stelle dieser Denkschrift ausgeführt ist, bringen. Während jetzt in ganz erheblichem Maße, wird aber auch dann noch in einer bei der Betriebsberechnung nicht zu vernachlässigenden Weise mit denjenigen leer zu befahrenden Kilometer zu rechnen sein, die nötig sind, um jeweilig die nächste Ladestation zu erreichen.

Ein weiterer erheblicher Nachteil des Elektromobil-Betriebes besteht in dem bedeutenden Eigengewichte, der Größe und der Empfindlichkeit der Akkumulatoren-Batterien. Für einen Lastkraftwagen, welcher 4—5 Tonnen Nutzlast befördern soll, benötigt man 80 Zellen, welche meist in zwei Trögen untergebracht werden und eine Breite von etwa 860 mm, eine Höhe von etwa 455 mm und eine Länge von etwa 900 mm haben. Es ist sehr schwierig, derartige umfangreiche Kästen an den Fahrgestellen so unterzubringen, daß die verschiedenen für die Fahrsicherheit unbedingt notwendigen Vorschriften erfüllt sind. Es sind dies:

1. genügende Bodenfreiheit, d. h. genügend große Entfernung des tiefsten Wagenpunktes vom Erdboden, damit der Wagen nicht beschädigt wird, wenn ein Stein oder ein



anderes Hindernis in das Innere des Raumes zwischen den Wagenrädern gelangt,

2. leichte Zugänglichkeit zu den Verbindungsklemmen der einzelnen Batteriekästen, damit der Fahrer unterwegs bei einer Störung der Verbindungsstellen diese, ohne die Batterie herausnehmen zu müssen, beseitigen kann,

3. leichte und schnelle Auswechselbarkeit der Batterie, damit der Aufenthalt in den Ladestationen nicht zu lange ausgedehnt werden muß,

4. richtige Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse, welche am zweckmäßigsten bei den meistgebräuchlichen Wagen mit Hinterradantrieb so sein soll, daß ein Drittel des Gesamtgewichts auf die Vorderachse und zwei Drittel auf die Hinterachse kommen,

5. Innehaltung des durch Bundesrats-Verordnung vorgeschriebenen Höchstgewichtes für Straßen-Kraftfahrzeuge (9 t).

Als den am wenigsten störenden Platz für die Unterbringung der Batterien bei elektrischen Lastkraftwagen hat man den Raum unter dem Fahrersitz ausgewählt, wobei man auch eine einigermaßen günstige Gewichtsverteilung und eine gute Zugänglichkeit zu den Verbindungsklemmen erhält.

Das Gesamtgewicht des Wagens wird durch die etwa 1,5 t schwere Batterie derart beeinflusst, daß wenigstens bei eisenbereiften Fahrzeugen (eine höhere Nutzlast als etwa 4 t nicht befördert werden kann, ohne gegen die Bundesratsverordnung, welche das Gesamtgewicht auf 9 t festlegt, zu verstoßen. Man muß einschließlich Batterie mit einem Eigengewicht des Elektromobil-Lastwagens von mindestens 5 t rechnen, ein Gewicht, das sich noch erhöht, wenn besondere Wagenaufbauten, wie solche für die Müllabfuhr, Straßenhygiene, Kohlenbeförderung (Kippwagen) usw. benötigt werden, in Frage kommen. Es entsteht durch das bedeutende Gewicht der Akkumulatoren-Batterie dem Elektromobilbetrieb gegenüber der Verwendung von Benzinwagen der hauptsächlichste Nachteil.

Es wäre im Interesse der besseren Ausnutzung der Elektromobilen anzustreben, daß die Bundesratsverordnung für Wagen mit elektischem Antrieb abgeändert würde. Eine Berechtigung hierzu liegt unsomewhat vor, als hier nur mit verhältnismäßig sehr geringen Geschwindigkeiten, sanftem Anfahren und stoßfreiem Betriebe zu rechnen ist, so daß zweifelsohne ein langsam fahrender selbst schwererer elektrischer Lastwagen die Straßen weniger abnutzt als ein zwar leichterer, aber schneller fahrender Benzinwagen.

Als weiterer Nachteil des Elektromobilbetriebes ist die verhältnismäßig kurze Lebensdauer der Akkumu-



latoren-Batterien anzuführen. Bei regelmäßiger, nicht übertriebener Ausnutzung des Elektromobiles reicht eine Batterie durchschnittlich nur für etwa 200 Entladungen aus. Nach dieser Inanspruchnahme muß die Batterie von Grund auf repariert werden, wobei allerdings etwa 80 Prozent der vorhandenen Rohmaterialien wieder benutzt werden können. Es ergibt sich hieraus ohne weiteres die Notwendigkeit, stets eine verhältnismäßig große Anzahl von Batterien auf Vorrat zu haben, damit durch die in Reparatur gehenden Batterien nicht ein Teil der Fahrzeuge außer Betrieb gesetzt werden muß. Im allgemeinen kann man annehmen, daß ein Ueberschuß von etwa 30 % an Batterien zur Aufrechterhaltung eines mittleren Elektromobilbetriebes genügt. Selbstverständlich steigt diese Ziffer erheblich, sobald als mit einer höheren Tagesleistung als etwa 40 km für den einzelnen Wagen gerechnet werden muß.

Der Elektromobilbetrieb ist nur dann rentabel bzw. überhaupt wirtschaftlich durchführbar, wenn die zu befahrenden Straßen gutes, festes, möglichst glattes Pflaster haben und größere, längere Steigungen nicht zu überwinden sind. Auf schlechten Straßen, namentlich auf dem vielfach weicheren Boden der Chausseen steigt der Stromverbrauch ganz außerordentlich, so daß der Fahrbereich des Wagens entsprechend sinkt. Dies gilt auch besonders von Steigungen. Der Stromverbrauch bei Steigungen von mehr als 6 % kann so bedeutend werden, daß die Durchführung eines Elektromobilbetriebes überhaupt zur Unmöglichkeit wird. Alle Angaben, Garantien usw. der Akkumulatorenfabriken über den Fahrbereich (Aktionsradius), die Lebensdauer der Batterien usw. gelten nur für Fahrten auf guter, meist ebener, fester Straße.

## 6. Vorteile des Elektromobilbetriebes.

Von Vorteilen einer Maschine kann man nur dann sprechen, wenn man sie mit einer anderen für dieselbe Arbeitsleistung bestimmten Maschine vergleicht. Außer dem Elektromobilbetrieb kommen für den mechanischen Lasten-Transport zur Zeit nur noch Dampf- und Benzin-Lastkraftwagen in Frage. Da der Benzin- (Benzol-, Spiritus- oder dergl.) Wagen seine Ueberlegenheit gegenüber dem Dampf-wagen, soweit wie es sich um die Beförderung von Nutzlasten bis zu 5 t handelt, bereits einwandfrei bewiesen hat, so erübrigt sich wohl der Vergleich des Elektromobil- mit dem Dampftrieb, und es soll im Folgenden vielmehr nur der Benzinbetrieb zum Vergleich herangezogen werden. Ein hauptsächlichster Vorteil des Elektromobilbetriebes liegt in der Einfachheit der Konstruktion der Elektromobilen selbst begründet. Im Gegensatz zum Benzinmotor äußert sich beim Elektromotor die Antriebskraft des



Motors von vornherein in rotierender und nicht wie beim Explosionsmotor in linearer Richtung, so daß keinerlei hin- und hergehende und schwingende Massen in Betracht kommen. Es erübrigt sich daher beim Elektromotor von selbst ein Auswuchten (Ausbalanzieren) der sich bewegenden Teile. Hieraus ergibt sich außer dem großen Vorteil der stetig wirkenden und nicht stoßweise auftretenden Krafterzeugung ein wesentlich ruhigerer Lauf und die Möglichkeit der leichten und sicheren Lagerung der sich drehenden Teile. Die beim Benzinmotor durch die stoßweise und wechselnd auftretenden Kräfte sehr stark beanspruchten Lager müssen ständig unter Oel stehen, wozu besondere Schmiereinrichtungen, Oelpumpen und dergl. notwendig sind. Diese Komplikationen fallen bei Elektromotoren fort. Die elektrischen Motoren brauchen vielmehr nur eine ganz geringe und seltene Wartung.

Die so wichtige und staubfreie Einkapselung aller Teile läßt sich beim Elektromobil in einfachster Weise durchführen, wie überhaupt die Unterbringung der Antriebsmotoren nicht wie beim Benzinmotor an einen bestimmten Platz des Wagens gebunden ist. Hieraus ergibt sich eine für die Gewichts- und Raumverteilung sehr günstige Lage. Außerdem aber kann eine im Vergleich zum Benzinmotor kürzere Baulänge innegehalten werden, so daß der elektrische Wagen sich leichter und mit kleinerem Lenkradius lenken läßt als der Benzinwagen, was für den Großstadtbetrieb von besonderem Wert und Vorteil ist.

Die große Einfachheit der Schaltweise der Elektromotoren gestattet ferner, Fahrer für Elektromobilen zu verwenden, die außer der Kunst des Lenkens selbst besondere Kenntnisse nicht besitzen brauchen. Es können daher die Kutscher, welche früher Pferdewagen gelenkt haben, mit besonderem Vorteil als Elektromobilfahrer verwendet werden, so daß große Fuhrhalter, wie beispielsweise die Post, Warenhäuser, Speditionsgeschäfte, Omnibus-Gesellschaften usw. ihre altbewährten Kutscher nach kurzer Anleitung auf Elektromobilen setzen können. Mehrfach hat man auch bereits Frauen als Fahrerinnen von Elektromobilen mit anscheinend gutem Erfolge verwendet.

Hinzu kommt noch, daß die Lenker der Elektromobilwagen, da sie sich im allgemeinen überhaupt nicht um ihre Maschinen während der Betriebszeit zu kümmern und nicht Benzin, Oel und dergleichen aufzugießen oder sonstige schmutzige Arbeit zu verrichten haben, stets sauber an Kleidung und auch an den Händen sein können, so daß sie beim Halten des Wagens ohne weiteres zum Austragen von Paketen und zur Erledigung von Kommissionen herangezogen werden können.

Auch in wirtschaftlicher Beziehung hat der Elektromobilbetrieb wesentliche Vorteile gegenüber dem Benzin-



betrieb. Es soll hiermit nicht gesagt sein, daß der Elektromobilbetrieb rentabler als der Benzinbetrieb sei. Die Vorteile bestehen vielmehr hauptsächlich darin, daß der Fuhrhalter beim elektrischen Wagen mit bestimmten Ziffern für Abschreibung, Reparaturen, Unterhaltung, Stromverbrauch usw. rechnen kann und daß er nicht, wie beim Benzinwagen in erster Linie von der Geschicklichkeit und Tüchtigkeit des Fahrers abhängig ist. Im allgemeinen erfordern die elektrischen Teile, wie Elektromotoren, Schalter, usw. durchaus gleichmäßige, mit ziemlicher Sicherheit vorher zu bestimmende Reparaturen. Die Unterhaltungskosten für die Batterien sind ebenfalls feststehend, da hierfür von den Akkumulatorenfabriken bestimmte Garantien übernommen und innegehalten werden, und endlich ist der Stromverbrauch nur wenig von der Fahrkunst des Wagenführers abhängig im Gegensatz zum Benzinwagen. Hierbei kommt gerade für den Großstadtbetrieb als besonders wichtig der Umstand in Betracht, daß der elektrische Wagen keinen Strom verbraucht, wenn der Wagen steht. Von wie großer Bedeutung für die Rentabilität des Betriebes dieser Umstand ist, sei am folgenden Beispiel erläutert.

In Berlin haben bereits mehrfach größere Speditionsgeschäfte die Umwandlung ihres Pferdebetriebes in Automobilbetrieb versucht und wählten hierzu Lastkraftwagen mit Explosionsmotoren. Nun müssen diese Speditionswagen fast täglich an den Bahnhöfen stundenlang warten, müssen aber, wenn sie einmal in die große Reihe der vor den Laderrampen wartenden Wagen eingereiht sind, schrittweise in der Wagenkolonne vorrücken. Die Fahrer ließen nun in fast allen Fällen ihre Benzinmotoren während der ganzen Wartezeit durchlaufen, einmal weil sie zu faul sind, um dauernd vom Wagen herabzusteigen und den Motor wieder anzudrehen, und sodann auch, weil die einzelnen Fuhrwerke in der Kolonne so eng aneinandergereiht stehen, daß es durchaus nicht immer möglich ist, ohne Zeitverlust den zum Andrehen vor dem Wagen benötigten Raum zu haben. Es ergab sich hieraus ein im Vergleich zu der geleisteten Fahrstrecke eines solchen Speditionswagens übermäßig hoher Brennstoffverbrauch und eine unangebracht starke Abnutzung der Motoren. Die meisten der betreffenden Geschäfte haben daher den Automobilbetrieb wieder aufgegeben und sind zum altbewährten Pferdebetrieb zurückgekehrt. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß diese Nachteile des Benzinbetriebes sich in Zukunft insofern günstiger gestalten werden, als in den letzten Jahren die Konstruktion der elektrischen Anlaßvorrichtungen für Benzinmotoren derart vervollkommen wurden, daß wohl in absehbarer Zukunft die meisten Benzinlastkraftwagen mit solchen Startvorrichtungen ausgerüstet sein dürften.



Zwei weitere in dem Wesen des Elektromobiles begründete Vorteile sind noch hervorzuheben. Diese haben ihren Grund in den bestehenden behördlichen Bestimmungen, welche zum Nachteile des Benzinwagens das Elektromobil stark bevorzugen. Bekanntlich bestehen seit einigen Jahren sehr scharfe Verfügungen über die Einrichtung und Ausstattung der zur Unterbringung von Benzin-Automobilen bestimmten Ställe (Garagen). Die Herrichtung eines Raumes als Garage ist sehr kostspielig und dürfte insbesondere jetzt bei der Knappheit an aller Art von Baumaterialien nicht ganz einfach sein. Diese Bestimmungen gelten aber nur für solche Fahrzeuge, die mit einem feuergefährlichen Betriebsstoffe betrieben werden und daher nicht für die Unterstellräume von Elektromobilen. Diese sind vollständig von allen behördlichen Bestimmungen befreit. Für die der Unterstellung von Benzinwagen dienenden Ställe ist ferner eine Heizanlage unbedingt nötig, weil andernfalls die Aufrechterhaltung des Betriebes im Winter sehr schwierig, wenn nicht gar unmöglich ist. Für die elektrischen Wagen spielt die Kälte keine Rolle; sie sind bei jeder Temperatur stets ohne weiteres betriebsfertig.

Nach den Bestimmungen des Automobil-Haftpflichtgesetzes sind solche zur Beförderung von Lasten dienenden Fahrzeuge von der für Kraftfahrzeuge verschärften Haftpflicht befreit, die in der Ebene nicht mehr als 20 km in der Stunde Geschwindigkeit entwickeln können. Nun hat das Reichsgericht sich dahin geäußert, daß Benzin-Lastkraftwagen nur dann von der verschärften Haftpflicht befreit sind, wenn sie nachgewiesenermaßen auch bei aufgehobener Regulatorwirkung nicht mehr als 20 km in der Stunde zurückzulegen in der Lage sind. Die Prüfung hat von Fall zu Fall stattzufinden. Nun wird im allgemeinen ein Benzinlastkraftwagen, der etwa 16 km Höchstgeschwindigkeit entwickelt, mit aufgehobener Regulatorwirkung mehr als 20 km Geschwindigkeit haben, so daß wohl für die Benzin-Lastkraftwagen fast immer die verschärften Bestimmungen des Automobil-Haftpflicht-Gesetzes Anwendung finden dürften, denn bei allen bestehenden Automobilkonstruktionen kann ein geschickter Fahrer mit verhältnismäßig einfachen Mitteln die Wirkung des Motorregulators aufheben. Ein elektrischer Wagen dagegen, welcher beispielsweise für eine Höchstgeschwindigkeit von 19 km eingerichtet ist, kann von dem Fahrer unter keinen Umständen auf eine höhere Geschwindigkeit gebracht werden, so daß die Gerichte für die elektrischen Wagen, welche weniger als 20 km Höchstgeschwindigkeit entwickeln, ausnahmslos die Befreiung von der verschärften Haftpflicht anerkennen. Selbstverständlich gelten aber auch für

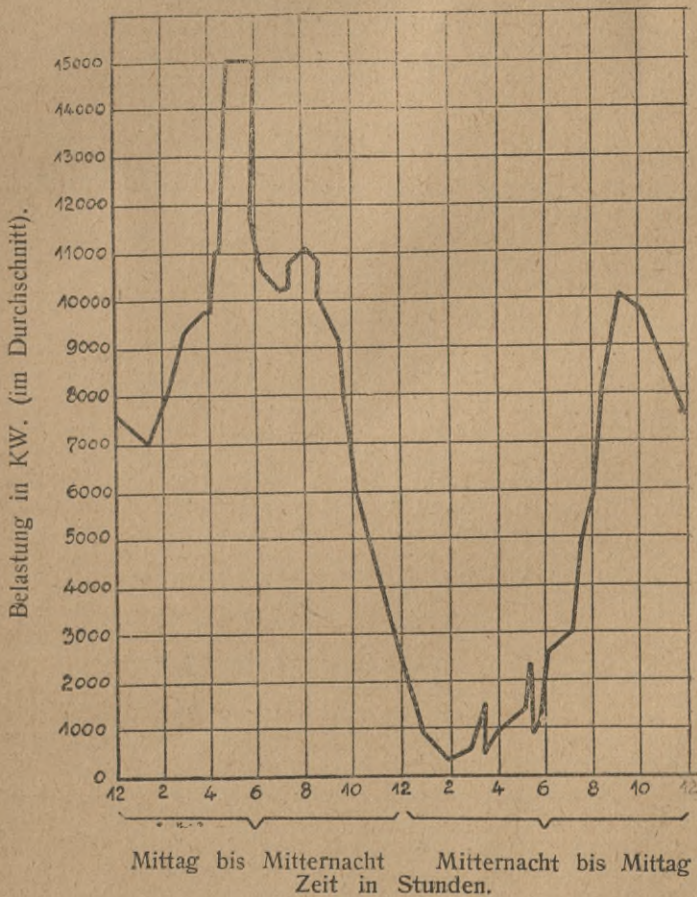




die Elektromobilen ebenso wie für alle Straßenfahrwerke, gleichgültig welcher Art, die Bestimmungen der allgemeinen Haftpflicht der Fuhrhalter.

Von besonderer Bedeutung ist die Einführung des Elektromobilbetriebes für die elektrischen Kraftzen-

Tages-Belastungsdiagramm  
einer städtischen Kraftzentrale mittlerer Größe.

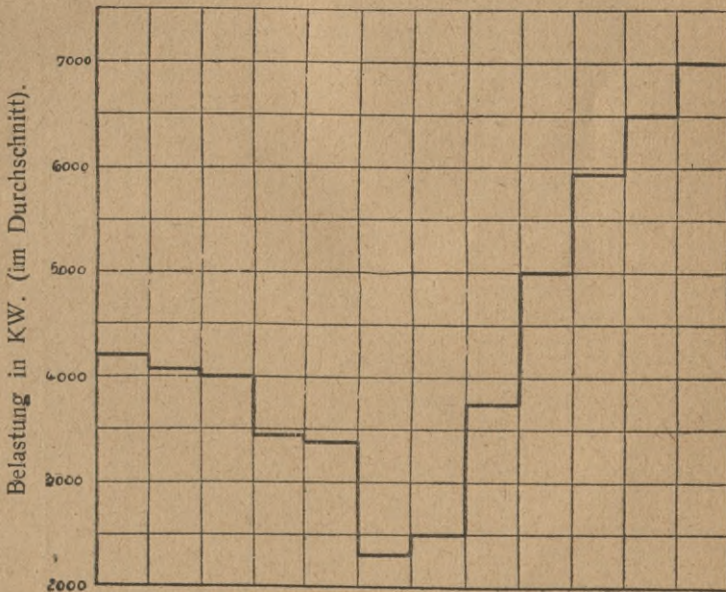


tralen. Diese können den Strom umso billiger erzeugen, je gleichmäßiger sich die Stromentnahme gestaltet, d. h. je besser es gelingt, in dem sogenannten Belastungs-Diagramm der betreffenden Zentrale Spitzen und Täler zu vermeiden. Wie aus den beigefügten Schaubildern, welche



die Belastungs-Diagramme der Zentralen zweier Großstädte versinnbildlichen, zu sehen ist, entsteht in der Zeit von 8 Uhr abends beginnend bis zum größten Abfall, der um 2 Uhr nachts erreicht wird, ein tiefes Tal, das erst um 6 Uhr morgens anfangend wieder ansteigt, um etwa um 8 Uhr morgens ausgeglichen zu sein. Wenn man möglichst durch Sondertarife, die für das Laden von Elektromobilen von den Zentralen in ihrem eigenen Interesse

Jahres-Belastungsdiagramm  
einer städtischen Kraftzentrale mittlerer Größe.



Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez.  
Zeit in Monaten.

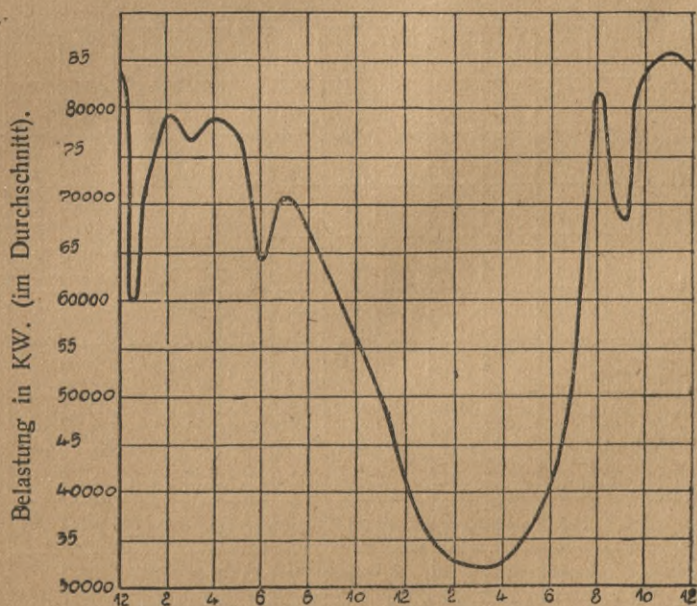
eingeführt werden sollten und die nur für die Nachtstunden Geltung haben müßten, erreicht, daß gerade in der Zeit, wo der Belastungsfaktor der Zentrale überaus gering ist, die Fuhrhalter von Elektromobilen und die Akkumulatorenhöfe ihre Batterien laden, so würde sich hierdurch eine für die wirtschaftliche Ausnützung der Elektrizitäts-Zentrale sehr günstige Strom-Entnahme ergeben. Die Strom-entnahme beim Laden der Batterien ist außerdem während der Zeit der Aufladung fast ganz gleichmäßig; Stromschwankungen kommen abgesehen vom Ein- und Ausschalten überhaupt nicht vor. Ebenso schwankend wie



die Stromentnahmen während eines Tages sind sie auch, wie das zweite Schaubild zeigt, während eines Jahres. Auch hier würde der Elektromobilbetrieb ausgleichend wirken, da die Wagen im Sommer im allgemeinen wesentlich mehr als im Winter benutzt werden.

Das dritte Schaubild zeigt das Belastungsdiagramm der Berliner Elektrizitätswerke. Die Täler und Spitzen sind hier wesentlich mehr als bei mittleren und

Tages-Belastungsdiagramm  
der städtischen Elektrizitätswerke Berlin.



Mittag bis Mitternacht    Mitternacht bis Mittag  
Zeit in Stunden.

kleinen Großstädten ausgeglichen und zwar hauptsächlich durch die sehr späte Fahrzeit (abends) der elektrischen Straßenbahn und den sehr frühen Wiederbeginn des Morgens. Besonders kommt noch im Kriege der Umstand als ausgleichender Faktor hinzu, daß in Berlin als einer sehr bedeutenden Industriestadt sich der Einfluß der vielen auch des Nachts arbeitenden Betriebe auf die Gesamtstromentnahme wesentlich bemerkbar macht.

Der Jahresverbrauch eines 5 t Elektromobiles beträgt ungefähr 12 000 KWSt. Das würde schätzungsweise einem



Anschlüsse von etwa 1300 Glühlampen zu 25 Normalkerzen entsprechen. Am 30. Juni 1914 waren in Berlin 57 einzelne Ladestationen kleineren und mittleren Umfangs für eigenen Bedarf in Betrieb, die rund 500 000 kWSt. verbrauchten. In fünf Ladestationen, die an das Hochspannungsnetz angeschlossen waren, wurden außerdem rund 6 000 000 kWSt. abgegeben.

Die Berliner Elektrizitätswerke haben, um das Laden der Akkumulatorenbatterien von Elektromobilen zu erleichtern, eine Vorrichtung herausgebracht, die den Ladestrom, der in die Batterie fließt, selbsttätig unterbricht, sobald als die Batterie die nötige Strommenge aufgenommen hat. Der Fahrer des Wagens braucht nur abends beim Außerdienststellen seines Wagens die zur Einleitung der Ladung erforderlichen Handhabungen vorzunehmen und kann dann den Wagen und die Batterie vollständig sich selbst überlassen. Die Regulierung der Ladespannung und Stromstärke geschieht selbsttätig. Dieser Apparat arbeitet bei allen in Frage kommenden Spannungen und Stromarten.

Der Bedeutung des Elektromobiles für die bessere Ausnutzung der Elektrizitätswerke sollte gerade in jetziger Zeit, wo es heißt, die vorhandenen Brennstoffe, insbesondere die Kohlen bis zur denkbarsten Höchstleistung auszunutzen, vollste Beachtung geschenkt werden.

Als weiterer Vorteil des elektrischen Betriebes von Kraftfahrzeugen dem Betriebe mit Explosionsmotoren gegenüber ist anzuführen, daß der elektrische Wagen keinerlei Gerüche, Ausdünstungen oder dergl. von sich gibt im Gegensatz zum Benzinwagen, dessen Auspuffgase als schädlich und ungesund anerkannt sind. Diese Gase sollen bis zu 7 Prozent Kohlen-Oxydgas und nicht unbedeutende Mengen von Acrolin enthalten, welche beiden Stoffe als für die Gesundheit der Menschen nachteilig zu bezeichnen sind. Trotz der besten Abdichtung aller Gehäuse, Achsen usw. ist es auch bei den Wagen mit Explosionsmotor nicht möglich zu verhindern, daß der Wagen Öl, Fett und dergl. verliert, weil der Motor selbst und die umliegenden Teile sich während des Betriebes außerordentlich stark erhitzen. Man kann daher an einer Stelle, wo Benzin-Kraftwagen längere Zeit gestanden haben, wie beispielsweise an den Haltestellen der Kraftdroschken, stets Flecke von abgetropftem Öl, flüssigem Schmutz und anderen Rückständen beobachten, deren Ausdünstung im Sommer auf dem heißen Straßenpflaster vom hygienischen Standpunkte aus durchaus zu mißbilligen ist. Im Gegensatz hierzu ist der Betrieb mit Elektromobilen stets und unter allen Umständen rein. Der Wagen hinterläßt keinerlei Öl- oder Schmutzspuren.

Der namentlich früher und auch jetzt noch für den Elektromobilbetrieb gerühmte Vorteil der Geräuschlosigkeit



kann wohl nicht mehr in dem Maße in Betracht kommen wie früher, weil es den Konstrukteuren von Benzinkraftwagen durchaus gelungen ist, ihre Fahrzeuge ziemlich geräuschlos zu bauen. Ausnahmen kommen jedoch dann vor, wenn die Fahrer, was trotz aller strengen polizeilichen Vorschriften bisher nicht verhindert werden konnte, mit offenem Auspuff fahren oder aber, wenn die Fahrer beim Schalten der Getriebegänge übermäßiges Geräusch verursachen, was man in der Großstadt, insbesondere in den sehr belebten Straßen, wo sehr viel geschaltet werden muß, beobachten kann. Der elektrische Wagen läuft jederzeit durchaus geräuschlos. Auch das Schalten der verschiedenen Gänge ist nicht zu hören; selbstverständlich ist hierbei aber vorausgesetzt, daß die Antriebszahnäder der Elektromotoren intakt sind, da auch sonst der elektrische Wagen, was man bei den alten Konstruktionen mit schlecht eingekapseltem Ritzelantrieb häufig beobachten konnte, ziemlichen Lärm verursacht.

Während die bisher aufgeführten Vorteile des Elektromobilbetriebes sich auf die normalen Verhältnisse des Friedens beziehen, sind noch Vorteile, deren Wirkung insbesondere jetzt in der Kriegszeit und später in der Uebergangswirtschaft besonders zur Geltung kommen dürften, zu nennen. Es handelt sich hier in erster Linie um die Unabhängigkeit des Elektromobilbetriebes von solchen Stoffen, die im Inlande nicht in genügenden Mengen zur Verfügung stehen. Außer anderen Gründen ist es namentlich der Mangel an Benzin, Benzol, Spiritus und dergl., welcher zu einer für das Wirtschaftsleben in der Heimat äußerst unangenehmen Betriebseinschränkung des Verkehrs mit Kraftfahrzeugen geführt hat. Als Betriebsmittel für elektrische Fahrzeuge wird lediglich der elektrische Strom benötigt, welcher, wie bereits früher ausgeführt wurde, von den Kraftzentralen in der Regel in genügenden Mengen abgegeben werden kann. Der Betrieb von Kraftfahrzeugen mit Explosionsmotoren ist aber ferner auch dadurch erschwert, daß die benötigten Schmiermaterialien entweder nur in einer für einen schnellaufenden Verbrennungsmotor sehr schlechten Qualität oder überhaupt nur schwierig zu beschaffen sind. Auch hier ist das Elektromobil wesentlich sparsamer und insofern genügsamer, als man von der Güte der benötigten Schmiermaterialien durchaus nicht in demselben Maße abhängig ist, wie beim Benzinmotor.

#### 5. Rentabilitätsberechnung.

Im Folgenden ist zum Vergleich der beiden Antriebsarten miteinander je eine Aufstellung der Betriebs- und Unterhaltungskosten eines mit Verbrennungsmotor betrie-



benen Lastkraftwagens und eines Elektromobilwagens gegeben. Bei beiden Wagen wurde die Beförderung einer Nutzlast von  $4\frac{1}{2}$  t zugrunde gelegt. Es ist klar, daß die einzelnen Posten der Aufstellungen insofern nur einen augenblicklichen Anspruch auf Richtigkeit machen können, als in jetziger Zeit die einzelnen Ziffern erheblichen dauernden Schwankungen ausgesetzt sind; insbesondere ist zu beachten, daß für die Unterhaltungskosten der elektrischen Wagen selbst und insbesondere der Akkumulatorenbatterien nur Erfahrungen aus der Friedenszeit vorliegen. Die angegebenen Ziffern sind daher unter Berücksichtigung der seit Ausbruch des Krieges eingetretenen Steigerungen geschätzt worden. Zum Vergleich werden daher auch noch die gleichen Kostenrechnungen, gültig für die Zeit vor dem Kriege, gegeben. Hierbei kann man sich auf bestimmte feststehende Ziffern verlassen.

Bei der Rentabilitäts-Aufstellung ist unterschieden worden zwischen 1. Unterhaltungskosten und 2. Betriebskosten. Unterhaltungskosten sind diejenigen laufenden Ausgaben, die nicht unmittelbar mit dem Fahrbetrieb selbst im Zusammenhang stehen, während dagegen als Betriebskosten die mit den Fahrten selbst unmittelbar zusammenhängenden Ausgaben bezeichnet sind. Aus der Summe der Unterhaltungs-Betriebskosten ergeben sich die Gesamtkosten, welche durch die Anzahl der gefahrenen Kilometer dividiert, die Durchschnittskosten für den gefahrenen Kilometer anzeigen. Es wird auffallen, daß die Ausgaben für Versicherung bei den elektrischen Wagen wesentlich geringer sind als die bei den Benzin-Lastkraftwagen. Dies erklärt sich dadurch, daß, wie auf Seite 22 ausgeführt, die verschärften Bestimmungen, des Automobil-Haftpflicht-Gesetzes auf elektrische Lastkraftwagen keine Anwendung finden.

Erläuternd zu den Ziffern, welche sich aus den Rentabilitäts-Berechnungen ergeben, sei noch folgendes angeführt: Aus dem Umstande, daß die auf den Fahrkilometer berechneten Kosten beim elektrischen Wagen sowohl im Frieden als auch im Kriege geringer sind als bei den Benzin-Lastkraftwagen, kann nicht ohne weiteres ein für allemal maßgebender Vorteil des elektrischen Betriebes hergeleitet werden. Vielmehr muß berücksichtigt werden, daß der Benzin-Lastkraftwagen insofern einen bedeutenden Vorteil dem elektrischen Wagen gegenüber hat, als seine durchschnittliche Beförderungsgeschwindigkeit etwa doppelt so schnell ist als die des elektrischen Wagens. Seine Schnelligkeit des Transportes ist für viele Fuhrhalter, insbesondere für private Unternehmungen, von so ausschlaggebender Bedeutung, daß der höhere Kilometerpreis dafür gern in Kauf genommen wird.



## Rentabilitäts - Berechnungen Elektrischer und Benzin - Lastkraftwagen von 4 t Tragfähigkeit.

### A. Im Kriege:

**Elektrische Lastwagen:** (Anschaffungspreis einschließlich Batterie  
Mk. 40 000,—)

1. Jährliche Unterhaltungskosten: (Jahresleistung 15 000 km)

a) Versicherung . . . . .	Mk.	550,—
b) Zinsen 5% von 40 000,— Mk. . . . .	„	2 000,—
c) Amortisation 20% von 40 000,— Mk. . . . .	„	8 000,—
d) Instandhaltung . . . . .	„	1 000,—
e) Garage . . . . .	„	500,—
		<hr/>
		Mk. 12 050,—

2. Jährliche Betriebskosten:

f) Fahrer (Fahrerin) . . . . .	Mk.	2 800,—
g) Bereifung (Eisen) . . . . .	„	1 200,—
h) Ladestrom . . . . .	„	3 600,—
i) Oel, Fett, Beleuchtung . . . . .	„	350,—
k) Werkzeug, Verschiedenes . . . . .	„	200,—
l) Batterie-Unterhaltung . . . . .	„	6 000,—
		<hr/>
		Mk. 14 150,—
	+	„ 12 050,—
		<hr/>
Summa aller Kosten . . . . .	Mk.	26 200,—
also auf den Fahrkilometer berechnet	„	1,75

**Benzin-Lastkraftwagen:** (Anschaffungspreis Mk. 30 000,—)

1. Jährliche Unterhaltungskosten: (Jahresleistung 17 000 km)

a) Versicherung . . . . .	Mk.	900,—
b) Zinsen 5% von 30 000,— Mk. . . . .	„	1 500,—
c) Amortisation 30% von 30 000,— Mk. . . . .	„	9 000,—
d) Instandhaltung . . . . .	„	2 500,—
e) Garage . . . . .	„	750,—
		<hr/>
		Mk. 14 650,—

2. Jährliche Betriebskosten:

f) Fahrer . . . . .	Mk.	3 600,—
g) Bereifung (Eisen) . . . . .	„	1 500,—
h) Benzol . . . . .	„	7 000,—
i) Oel, Fett, Beleuchtung . . . . .	„	1 000,—
k) Werkzeug, Verschiedenes . . . . .	„	400,—
		<hr/>
		Mk. 13 500,—
	+	„ 14 650,—
		<hr/>
Summa aller Kosten . . . . .	Mk.	27 550,—
also auf den Fahrkilometer berechnet	„	1,66



**B. Im Frieden:**

**Elektrische Lastwagen:** (Anschaffungspreis einschließlich Batterie  
Mk. 20 000,—)

1. Jährliche Unterhaltungskosten: (Jahresleistung 15 000 km)

a) Versicherung . . . . .	Mk.	300,—
b) Zinsen 4 % von 20 000 Mk. . . . .	„	800,—
c) Amortisation 15 % von 20 000 Mk. . . . .	„	3 000,—
d) Instandhaltung . . . . .	„	400,—
e) Garage . . . . .	„	300,—
		<hr/>
	Mk.	4 800,—

2. Jährliche Betriebskosten:

f) Fahrer . . . . .	Mk.	1 800,—
g) Bereifung (Gummi) . . . . .	„	1 500,—
h) Ladestrom . . . . .	„	1 500,—
i) Öl, Fett, Beleuchtung . . . . .	„	150,—
k) Werkzeug, Verschiedenes . . . . .	„	100,—
l) Batterie-Unterhaltung . . . . .	„	1 800,—
		<hr/>
	Mk.	6 850,—
	+	„ 4 800,—

Summa aller Kosten . . . . . Mk. 11 650,—  
also auf den Fahrkilometer berechnet „ 0,78

**Benzin-Lastkraftwagen:** (Anschaffungspreis Mk. 18 000,—)

1. Jährliche Unterhaltungskosten: (Jahresleistung 17 000 km)

a) Versicherung . . . . .	Mk.	500,—
b) Zinsen 4 % von 18 000,— Mk. . . . .	„	720,—
c) Amortisation 20 % von 18 000,— Mk. . . . .	„	3 600,—
d) Instandhaltung . . . . .	„	1 200,—
e) Garage . . . . .	„	400,—
		<hr/>
	Mk.	6 420,—

2. Jährliche Betriebskosten:

f) Fahrer . . . . .	Mk.	2 000,—
g) Bereifung (Gummi) . . . . .	„	2 000,—
h) Benzol . . . . .	„	2 300,—
i) Öl, Fett, Beleuchtung . . . . .	„	400,—
k) Werkzeug, Verschiedenes . . . . .	„	200,—
		<hr/>
	Mk.	6 900,—
	+	„ 6 420,—

Summa aller Kosten . . . . . Mk. 13 320,—  
also auf den Fahrkilometer berechnet „ 0,79

Dieser Vorteil des Benzinbetriebes dem elektrischen gegenüber kommt aber nur so lange zur Geltung, als wie die Wagen mit Gummi bereift werden können. Wenn, wie jetzt im Kriege, alle Wagen, sowohl die mit Benzinbetrieb als auch die elektrischen, mit Eisen bereift werden müssen, so kommt der Vorteil des schnelleren Transportes beim Benzin-Lastkraftwagen in Fortfall, so daß in der Tat der elektrische Wagen infolge seines billigeren Betriebes dem Benzin-Lastkraftwagen im gewissen Sinne überlegen ist.

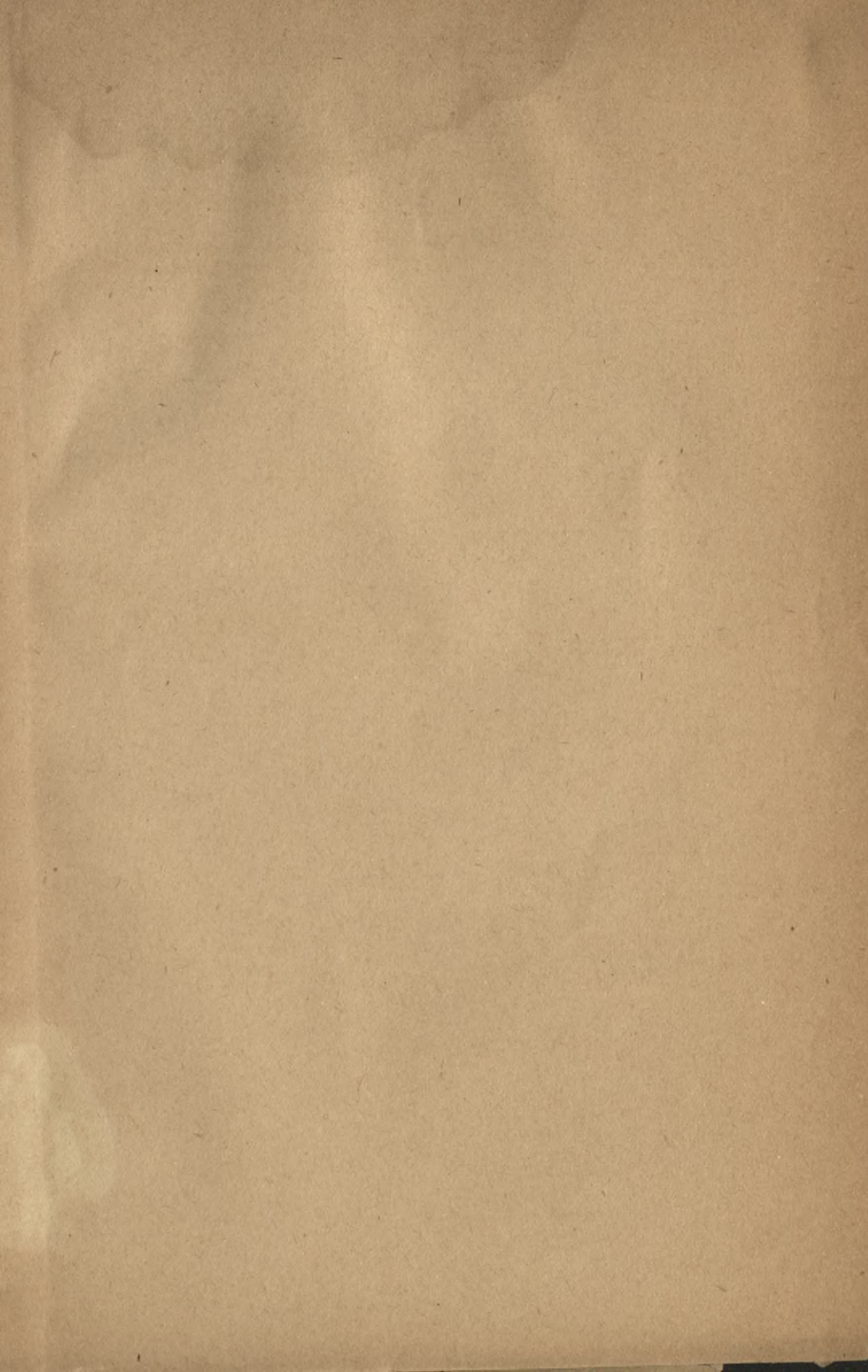


### Zusammenfassung.

1. Der Elektromobilbetrieb hat nicht annähernd gleichen Schritt in der Entwicklung und Verbreitung gehalten wie der Benzin-Kraftwagenbetrieb.
2. Nur wenige Firmen in Deutschland bauen noch elektrische Wagen.
3. Die Akkumulatorenbatterie ist das Haupthindernis für die Entwicklung des Elektromobilbetriebes gewesen. Nur eine großzügige Organisation und Normalisierung kann die Nachteile der Akkumulatoren einigermaßen wettmachen.
4. Die Konstruktionen der Elektromobilen sind in den letzten zehn Jahren nur wenig weiter entwickelt worden. Es fehlt die Verwertung des technisch hochstehenden Automobilbaues.
5. Die Nachteile des Elektromobilbetriebes werden ausführlich beschrieben.
6. Die Vorteile des Elektromobilbetriebes im Frieden und im Kriege werden ausführlich beschrieben.
7. Es werden vergleichende Rentabilitätsberechnungen von elektrischen und Benzin-Kraftwagen-Betrieben mit Viertonner-Lastwagen aufgestellt.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW







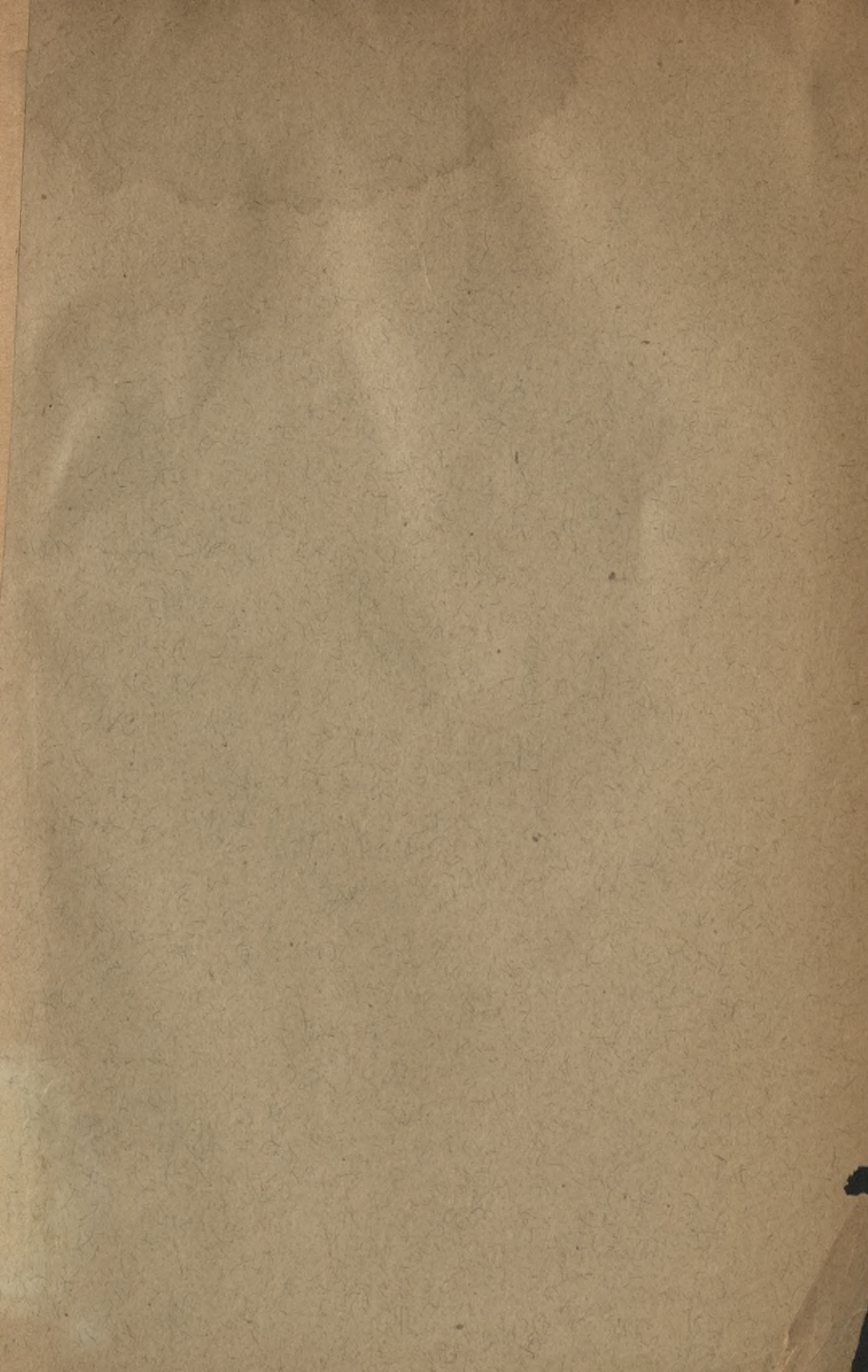
---

Druck von Siegfried Scholem, Berlin-Schöneberg, Hauptstr. 8

---

S. 61







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31323

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298355