

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek
og indeholder scannede bøger og fotografier fra
bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og
tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail
til tekniskkulturarv@dtu.dk

Ueber

Elektrische Automobile.

VORTRAG

gehalten im

VEREIN FÜR DIE FÖRDERUNG DES LOCAL- UND STRASSENBAHNWESENS IN WIEN

am 21. November 1898

von

Ernst Egger, Wien.



Sonderabdruck

aus den

„Mittheilungen des Vereines für die Förderung des Local- und Strassenbahnenwesens“.

H. M. WISSING
BOGBINDERI PHOTOKOL &
ASKEFABRIK
ROSENGAARDEN 11

529.113.6
Ob.



629.113.6 899

1899

DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK

m 00719286X

300006510403



Vortrag des Herrn Ingenieur **Ernst Egger**:

„Ueber elektrische Automobile“

gehalten in Wien am 21. November 1898 im Vereine für die Förderung des Local- und
Straßenbahnwesens.

Meine geehrten Herren!

Das Thema, welches ich heute vor Ihnen zu behandeln die Ehre habe, ist eines der interessantesten, welches jetzt auf der Tagesordnung steht. Bei uns hat man sich allerdings damit bis jetzt noch wenig befasst, und insbesondere nicht systematisch daran gearbeitet. In anderen Ländern jedoch ist dasselbe ein seit langem actuelles und sowohl zahlreiche Erfinder und Constructeure, wie auch Fabriken und Verkehrsunternehmungen widmen ihm ihre Kräfte. Es ist bekannt, daß der Automobilismus in Frankreich, speciell in Paris, sich schon ein bedeutendes Gebiet erobert hat, daß er in England und Amerika festen Fuß zu fassen beginnt, und daß auch in Deutschland ihm immer mehr Aufmerksamkeit gewidmet wird. Wenn man nun das gleiche von unserem Vaterlande nicht sagen kann, so hat dies zweifellos seine Gründe darin, daß einerseits der Straßenverkehr unserer Städte heute noch nicht so gewaltig ist, um nach neuen Verkehrsmitteln dieser Art zu verlangen, andererseits aber auch die animalische Zugkraft billiger als anderwärtig zu stehen kommt. Doch eben diese Momente, welche vorläufig einer rapiden Entwicklung des Automobilismus bei uns entgegenwirken, ändern sich fortschreitend zu dessen Gunsten, so daß man nicht umhin kann, für die Zukunft dieser Frage die größte Bedeutung beizulegen. Und es möge gleich hier vorausgeschickt werden: so einfach die technische Seite dieser Angelegenheit auf den ersten Blick sich auch darstellt, so schwierig ist ihre Lösung, so vielseitig sind die Ansprüche, welche hiebei befriedigt werden müssen.

Wir verstehen unter einem „Automobil“ ein Straßenfuhrwerk, welches ohne animalische Zugkraft und ohne continuirliche Speisung durch eine Zuleitung irgend welcher Art, sich ohne Schienengleise selbstthätig, d. h. mit dem Energieträger- und Erzeuger in sich bewegen kann, und ein Gewicht von über 200 *kg* besitzt. Zur Erzeugung der Energie werden heute die verschiedensten Mittel benutzt, wie z. B. Benzin, Petroleum, überhitzter Dampf, comprimirte Luft und Elektricität, letztere in Form von geladenen, im Wagen mitgeführten Accumulatoren. So relativ kurzer Dauer nun auch die Erfahrungen entstammen, welche mit den verschiedenen Betriebssystemen gewonnen wurden, so haben dieselben denn doch bereits eine gewisse Klarheit geschaffen. Hiernach kommen für den städtischen Verkehr wohl nur Benzin und Elektricität in Betracht. Und da ergibt sich ein wesentliches Ueberwiegen der Vortheile des elektrischen Betriebes gegenüber dem Benzin. Denn die Motoren, welche mit diesem bethältigt werden, besitzen bedeutende principielle, d. h. dem System anhaftende Mängel. Sie können nicht belastet angehen und lassen sich nicht überlasten, sie bieten gewisse Schwierigkeiten in der Regulirung ihrer Tourenzahl und laufen blos nach einer Richtung. Sie besitzen eine gewisse Anzahl heikler Constructionstheile, verursachen üblichen Geruch und Lärm und bergen immerhin eine gewisse Explosionsgefahr in sich. Wenn dennoch ihnen eine ziemliche Verbreitung zutheil geworden ist, so läßt sich dies, abgesehen von ihrem relativ billigen Preise, in erster Linie darin begründen, daß bis vor kurzem auch die elektrischen Betriebseinrichtungen für Automobile sehr unvollkommen waren. Es ist aber schon aus der bloßen Aufzählung der Nachtheile des Benzinmotors klar, daß der Elektromotor den Sieg erringen muss, denn kein einziger der vorerwähnten Nachtheile ist ihm zu Eigen. So hat denn auch diese Erwägung die Constructeure mehr und mehr zum elektrischen Betriebe geführt, und bei den officiellen Wettfahrten, welche der Pariser Automobil-Club heuer im Sommer veranstaltet hatte, war unter zehn angemeldeten Wagen blos einer mit Benzin, die übrigen neun jedoch elektrisch betrieben.

Ohne auf die Gründe näher einzugehen, welche nach meiner Ansicht eine Verzögerung der technischen Entwicklung des elektrischen Automobilismus bei uns zu Lande bewirkt haben dürften, möchte ich doch andeuten, daß wohl mit daran Schuld ist, daß diese Frage bei uns von vielen Seiten als Sport- und Modesache, als eine Art technische Spielerei angesehen wird und hiedurch viele Fachleute abgehalten werden, sich damit zu beschäftigen.

Der bekannten Wiener Wagenbaufirma Jacob Lohner & Co. gebührt unstreitig das Hauptverdienst, daß doch auch bei uns nunmehr dem Problem des Automobilismus die verdiente Aufmerksamkeit gewidmet wird. Der Chef dieses Hauses, Herr Ingenieur L. Lohner, hat sich

gemeinsam mit Herrn Prof. C z i s c h e k mit Enthusiasmus dieser Frage angenommen. Von den genannten Herren wurden mehrere elektrische Fahrzeuge construirt, deren elektrischer Theil von der Vereinigten Elektricitäts-Actien-Gesellschaft entworfen, patentirt und ausgeführt worden, bezw. bei dieser gegenwärtig in Ausführung begriffen ist. Die Zeit ist heute zu kurz, um diese Constructionen zu beschreiben; ich kann nur zum Schluss meines Vortrages kurz darauf hinweisen; doch werde ich mir erlauben, hierüber in einem eigenen Vortrage zu berichten. Für heute bitte ich, es an einer Andeutung über die hiemit erzielten Resultate genügen zu lassen.

Es wird nun zunächst zweckmässig sein, in einem Ueberblick den heutigen Stand der Automobilfrage mit Bezug auf den elektrischen Betrieb zusammenzufassen. Ich halte mich hiebei zum Theil an die trefflichen einschlägigen Publicationen von Hospitalier, Czischek u. a. m., und will vor allem bei den Constructionsbedingungen, die uns hier interessiren, verweilen.

Wenn wir an die Construction eines Automobils schreiten oder eine vorliegende fertige Type zu beurtheilen haben, müssen wir uns vor allem über die Hauptforderungen klar sein, welchen ein derartiges Fahrzeug zu entsprechen hat und welche ich in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit hier aufzähle. Dies sind:

1. Unabhängigkeit der getriebenen Räder von einander.
2. Möglichst geringer Fahrtwiderstand.
3. Lenkbarkeit.
4. Fähigkeit, alle vor kommenden Straßensteigungen zu überwinden.
5. Rationelles Gewicht.
6. Erzielung genügend großer Geschwindigkeit und bequeme Regulirbarkeit derselben.
7. Relativ ökonomischer Betrieb.

Wenn ich hier vorgreifen darf, so möchte ich vor allem sagen, daß es wohl manchen wundern wird, daß ich den ökonomischen Betrieb als letzte Forderung aufgestellt habe, während er in den Augen der meisten wohl die Hauptsache bilden dürfte. Nun hat dies seinen Grund einerseits darin, daß ein billiger Betrieb ohne die technische Vollkommenheit des Fahrzeuges, welche durch die Erfüllung der übrigen Hauptforderungen gegeben erscheint, nicht denkbar ist, andererseits aber wohl auch Mehrkosten des automobilen gegenüber dem animalischen Betriebe bis zu einer gewissen Grenze berechtigt sein dürften.

Sonach kann ich zur Erklärung der Forderungen technischer Natur übergehen, um dann die Mittel zu schildern, welche zu deren Erfüllung verhelfen.

Die Unabhängigkeit der getriebenen Räder ist eine Nothwendigkeit, die sich aus dem Umstände ergibt, daß beim Befahren von Curven das äussere Rad einen größeren Weg zurücklegt, als das innere. Dieser Umstand, der bei Straßenbahnen mit einem fixirten Minimalcurvenradius, der ein wesentlich Vielfaches der Spurweite bildet, nicht in's Gewicht

fällt, spielt beim Automobil eine Hauptrolle. Demselben erscheint in unseren Straßenfuhrwerken mit animalischem Betriebe dadurch Rechnung getragen, daß die Räder lose auf den fixen Achsen des Wagens laufen. Derselbe Vorgang wird auch beim Automobil hinsichtlich der nicht getriebenen Räder befolgt. Die getriebenen Räder jedoch werden von einander durch verschiedene constructive Anordnungen, von denen später die Rede sein wird, unabhängig gemacht und sei nur vorausgeschickt, daß dies einer der schwierigsten Cardinalpunkte der Construction ist. In Betracht kommt diese Forderung aber nicht blos beim Befahren von Curven; beim Wenden am Platze ist sie noch heikler, da hiebei das innere Rad oft fast ganz still steht und nur als Drehpunkt dient. Ja sogar beim Fahren in der Ebene bewirken die Unebenheiten des Terrains und die Ungleichheit des Bodenzustandes unter den Rädern oft ganz verschiedene Abnutzungsverhältnisse für diese letzteren und kann dem eben nur in der erwähnten Weise Rechnung getragen werden.

Daß der Fahrtwiderstand so gering als möglich erwünscht ist, ist ohneweiters einleuchtend. Er ist neben der geforderten Geschwindigkeit und dem zu befördernden Gewichte maßgebend für die motorische Leistung des Fahrzeuges und für die Menge der in demselben aufzuspeichernden Arbeit, mithin auch für das Gewicht des Energieträgers.

Der Fahrtwiderstand ist abhängig von dem Zapfenreibungswiderstand der Räder auf den Achsen, dem Widerstand der rollenden Reibung der Radumfänge auf dem Boden, der Leerlaufarbeit des motorischen Mechanismus, sowie dem Luftwiderstand. Der Zapfenreibungswiderstand ist größer als im allgemeinen angenommen wird, insbesondere bei belasteten Achsen und kann bis zum Werthe 0'02 oder auf die Tonne Wagengewicht (1000 kg) bezogen, 20 kg ansteigen. Einen ungefähren Werth von ca. 10 kg kann man für elektrische Automobile von ca. 1500 kg Gesammtgewicht und 15 km Geschwindigkeit pro Stunde per 1000 kg ansetzen, um den Betrag der Eigenarbeit des motorischen Mechanismus zu berücksichtigen.

Der Luftwiderstand ist bei den verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten, um die es sich hier handelt, nicht bedeutend, und kann vernachlässigt werden. Anders hingegen steht es mit dem Winddruck, sowohl von vorne als von der Seite, welcher einen wesentlichen Einfluss hat. Dies ist begreiflich, wenn Sie bedenken, daß derselbe mit dem Quadrate der Windgeschwindigkeit zunimmt.

Beispielsweise beträgt der Winddruck pro 1 m² bei einer Geschwindigkeit von 1 m per Secunde 0'14 kg, bei einer Geschwindigkeit von 6 m per Secunde 4'87 kg und bei einer solchen von 30 m per Secunde, welche einem heftigen Sturm, bei dem aber noch der Straßenverkehr aufrecht erhalten bleibt, entspricht 122 kg. Der wichtigste Posten ist aber jener,

welcher die rollende Reibung in sich begreift. Hierüber liegen zahlreiche Versuchsresultate, zumeist französischen Ursprungs, vor und schwankt nach diesen der fragliche Werth von 0.008 bis 0.03. — Maßgebend ist der Straßen-, bzw. der Witterungszustand, d. h. ob selbe trocken oder nass, bzw. kothig sind, ferner deren Bauzustand, also Art und Qualität des Pflasters. Demnach ergibt sich, jedoch unter Vernachlässigung des Winddruckes und der Eigenarbeit des Motormechanismus, auf die Tonne Wagengewicht bezogen, allgemein für ein Straßenfuhrwerk ein Tractions-coëfficient von ca. 50 kg, also ein Betrag, der ganz außerordentlich viel höher ist als jener von Betriebsmitteln, welche auf Schienen laufen und über dessen Verringerung später die Rede sein soll.

Die größtmögliche Lenkbarkeit ist eine Forderung, welche aus dem Mangel eines Schienengleises resultirt; denn ein solches besorgt für Eisenbahnbetriebsmittel die gleichen Dienste wie die Lenkung beim Straßenfuhrwerk, indem es ersterem die Wegrichtung vorschreibt. Bei letzterem ist diese Bedingung von hoher Wichtigkeit sowohl wegen der kleinen Halbmesser der zu beschreibenden Curven, als auch wegen des dichten Verkehrs und des dadurch erforderlichen häufigen Ausweichens oder Vorfahrens. Hieher zählt auch die Notwendigkeit, öfters plötzlich anhalten können zu müssen.

Daß ein Automobil in der Lage sein muss, alle vorkommenden Steigungen zu überwinden, liegt in den localen Verhältnissen begründet und ist wohl selbstverständlich. Im Anschlusse hieran ist auch der umgekehrte Fall vorzusorgen, daß das Bergabfahren mit Sicherheit vollzogen werden könne. Bekanntlich findet man in vielen Städten Straßen mit Rampen von 90% — 100%; diese Ziffern begründen das Vorhergesagte ohneweiters.

Im Zusammenhange hiermit erscheint es wünschenswerth, das Gewicht des Automobils nach Thunlichkeit zu reduciren, um den Energieverbrauch oder die Energieaufspeicherung auf ein rationelles Maß beschränken zu können. Ich wähle den Ausdruck „rationell“ absichtlich, weil viele Constructeure in der Beziehung sündigen, daß auf Kosten der übrigen Forderungen das Gewicht zu gering bemessen wird. Bei der Entscheidung dieser Frage spielt überhaupt die Benützungsdauer des Fahrzeuges die Hauptrolle. Bei gleicher aufgespeicherter Energiemenge und gleichen Widerstands-Coëfficienten wird natürlich der leichtere Wagen länger benützbar sein, als der schwerere. Die Erwägung ist maßgebend für die Constructeure der Automobile, je nachdem dieselben dem Verkehr auf städtischen oder Landstraßen dienen sollen; in ersterem Falle genügt eine kürzere Benützungsdauer.

Was die Geschwindigkeit anbetrifft, so ist auch für diese in gleicher Weise die Bestimmung des Wagens, ob in Städten oder auf Landstraßen laufend, maßgebend. Berechtigt ist in ersterem Falle zu verlangen, daß

zum mindesten die Leistungen des animalischen Betriebes erreicht werden. Für Landfuhrwerke geht man natürlich höher und wurden beispielsweise Geschwindigkeiten von durchschnittlich 35 km per Stunde bei den Automobil-Wettfahrten Paris—Marseille 1896 auch unter ungünstigen Verhältnissen erreicht. Die Erzielung der Geschwindigkeit ist beim elektrischen Automobil keine schwer zu lösende Frage; schwieriger ist die Regulirbarkeit derselben innerhalb weiter Grenzen, welche natürlich unerlässlich ist.

Wenn wir nun auf die aufgestellte Forderung hinsichtlich der Kosten des Betriebes zu sprechen kommen, so ist es darum nicht einfach, aus den Ziffern, welche heute vorliegen, ein Urtheil zu schöpfen, weil ein klares Bild über die geschäftliche Zukunft des automobilen Fuhrwerkswesens noch fehlt. Die allernächste Zeit dürfte nur dem Luxusfahrzeuge gehören; dann erst wird wohl das Miethwagenwesen und schließlich der Reiseverkehr auf den Landstraßen sich zu der neuen Betriebsart bekennen.

Es wäre verfrüht, die Zahlen, welche man bis jetzt besitzt und die bei der Neuheit der Sache naturgemäß noch dürftige zu nennen sind, theilweise auch nicht auf unsere Verhältnisse passen, zur Grundlage eines abschließenden Urtheils zu machen. Aus den Daten, welche ich später geben werde, folgt aber bereits heute, daß das Automobil mit dem animalischen Betrieb concurriren kann und weiters, daß sich speciell das elektrische Automobil für den städtischen Straßenverkehr, sobald eine genügend große tägliche Kilometerleistung gefordert wird, auch mit Rücksicht auf seine Betriebskosten eignen wird.

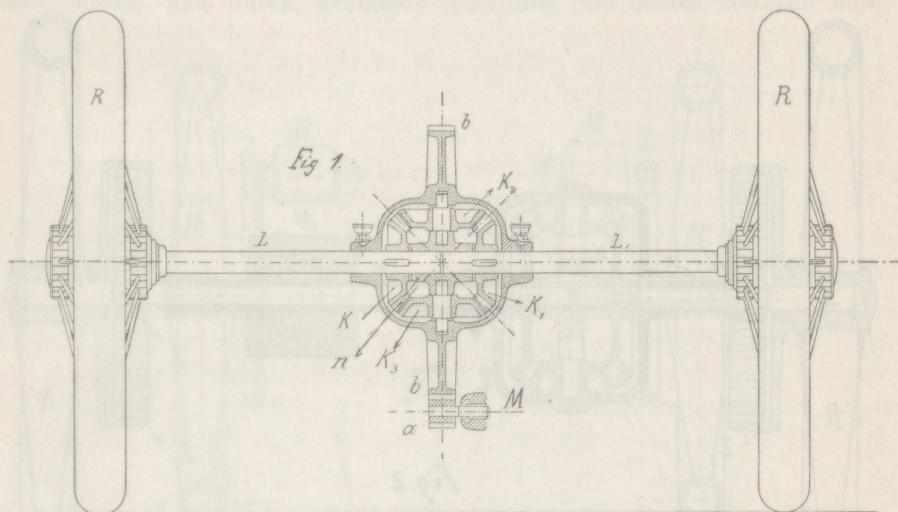
Ich habe im vorstehenden jene Factoren angegeben und erläutert, welche für den Bau der Automobilfahrzeuge im allgemeinen von principieller Wichtigkeit sind. Nun soll im nachfolgenden beschrieben werden, wie diese Forderungen im besondern beim elektrischen Automobil erfüllt werden. Ich halte mich hiebei hauptsächlich an jene Construction, welche auf der diesjährigen Pariser Automobilausstellung zu sehen waren. Die Unabhängigkeit der getriebenen Räder von einander kann auf zweierlei Art erreicht werden, nämlich auf mechanischem, oder aber auf elektrischem Wege.

Es ist nöthig, bevor wir diesen Punkt näher beleuchten, kurz zu erwähnen, wie der Motor oder die Motoren mit dem Wagenuntergestell verbunden sind. Es erfolgt dies gewöhnlich zwecks Schutzes vor Stößen, ähnlich wie bei den Straßenbahnwagen. Der Motor wird an einer Seite mit dem Wagenuntergestell gewöhnlich schwingend verbunden, meist dadurch, daß er mit Augen die Wagenachse umgreift; an der anderen Seite ist er federnd aufgehängt u. zw. in Spiralfedern oder Gummipuffern. Manche Constructeure verzichten auf diese Federung und lassen es sich, in der später beschriebenen

Art, am Pneumatic genügen. Der Abtrieb vom Motor erfolgt fast überall durch Zahnräder, nur in wenigen Constructionen durch Ketten.

Anlangend nun die Erzielung der Unabhängigkeit der getriebenen Räder auf mechanischem Wege, bewirkt man diese, unter Benützung blos eines Motors, durch das sogenannte „Differentialgetriebe.“ Diese, im allgemeinen Maschinenbau ja allbekannte Construction, wirkt beim Automobil principiell folgendermassen, wie aus Fig. 1 ersichtlich.

Der Motor M treibt mittels Zahnrad a das Zahnrad b an. Dies ist so ausgebildet, daß in ihm zwei Kegelräder K_2 und K_3 drehbar fixirt sind, und zwar so, daß deren Drehachse, bezw. die Ebene dieser Drehachse zur Wagenachse, welche aus zwei Stummeln $L L$, besteht, senkrecht steht. Die Enden der Achsen $L L$, sind durch die Nabe n des Zahnrades b



umgriffen. Auf den Achsen L sitzen die Wagenräder R , welche in diesem Falle mit denselben fix verkeilt sind, und sich mit ihnen drehen.

Ist nun der Weg, den die beiden Laufräder R zurückzulegen haben, ein ganz gleicher, wie beim Fahren in der Geraden, so ist dies auch der Fall bezüglich der Geschwindigkeit der Kegelräder K und K_1 . Demnach wirkt dann das Getriebe blos als Kuppelung und die Position der 4 Kegelräder zu einander ändert sich nicht. Anders wird dies, wenn die von den Laufrädern zurückzulegenden Wege ungleich sind, wie z. B. beim Fahren in der Curve. Dann können auch die Wege, beziehungsweise die Geschwindigkeiten der Kegelräder $K K_1$ nicht mehr einander gleich sein und werden, als Folge dessen, die Räder $K_2 K_3$ sich mit der Differenz der Geschwindigkeiten von K und K_1 am Zahnkranz dieser letzteren Räder abrollen, d. h. die Nabe n sich um ihre Achse drehen müssen. Hiedurch können die beiden Laufräder R ganz verschieden von einander unabhängige

Geschwindigkeiten annehmen. Die hier erörterte principielle Ausführungsform eines Differentialgetriebes hat außerordentlich zahlreiche constructive Durchbildungen erfahren. Wie erwähnt, ist die skizzirte Form so gedacht, daß die beiden Laufräder mit den Achshälften fix verbunden sind, demnach sich letztere in Lagern drehen müssen. Um diese Lager zu vermeiden und die Construction von außen besser zugänglich zu machen, zieht man es gewöhnlich vor, die Räder auf den Achsstummeln laufen zu lassen, wobei sich Constructionen ergeben, ähnlich, wie in Fig. 2 dargestellt. Hier sitzt der Motoranker M auf einer hohlen Welle W , in welcher eine getheilte Welle W_1 sich befindet. Das Zahnrad Z und das Kegelrad K sind auf dem einen Theil der Welle W_1 befestigt, das übrige Differentialgetriebe auf dem andern Theil der Welle W_1 . Das zweite Kegelrad K_1

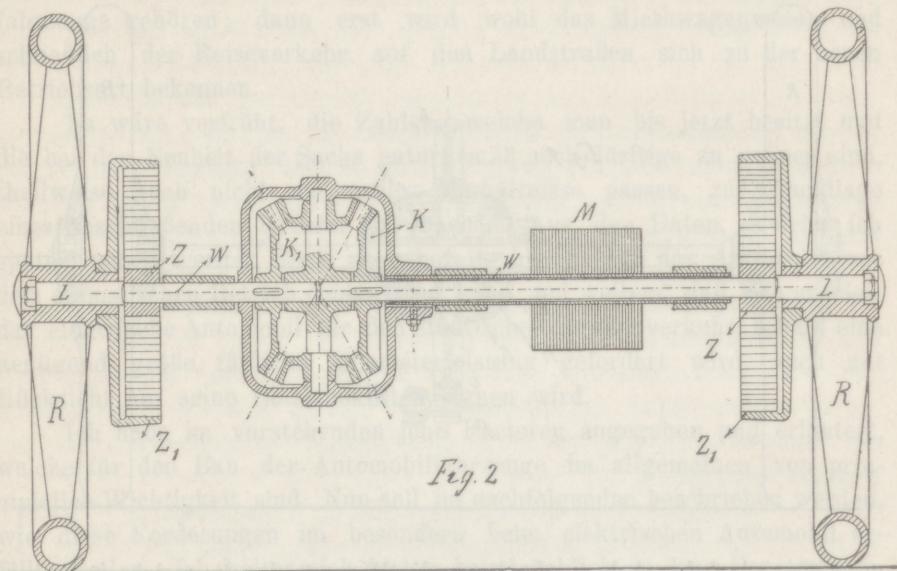


Fig. 2

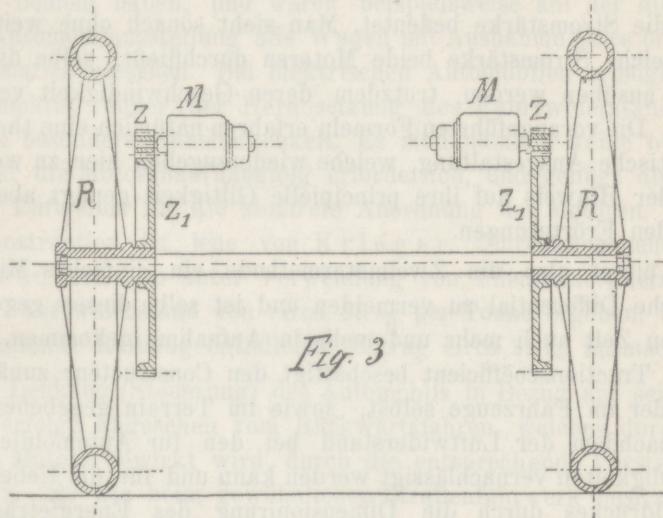
welches auf W_1 sitzt, ist gleichzeitig mit einem Stirnradkranz, congruent jenem von Z , versehen; diese beiden Stirnräder Z greifen in Stirnräder Z_1 ein, welche mit den Laufrädern R des Wagens verbunden sind. Letztere drehen sich in entsprechenden Büchsen auf der fixen Laufachse L . Die Function des Differentials ist die gleiche wie zuvor. Diese Construction wurde auch bei dem Automobilwagen der Firma Jacob Lohner & Co. angewendet, welcher später erwähnt werden soll.

Unstreitig bildet das Differentiale eine geistreiche Lösung der Frage, die Räder des Wagens voneinander unabhängig zu machen. Es ist jedoch klar, daß einer derartigen Construction zahlreiche mechanische Mängel anhafteten müssen. Schon die stark beanspruchten und Stößen ausgesetzten, dabei möglichst compendiös zu bauenden Kegelräder, die womöglich in Oelkästen laufen müssen, sind ein heikles Detail und noch weit mehr

gilt dies von der hohlen Welle. Alle diese Theile sind als Fehlerquellen anzusehen, welche noch dazu Kraft verzehren, das Gewicht des Fahrzeugs erhöhen und sorgfältige Wartung und Erhaltung bedürfen.

Die rein elektrische Lösung der Frage überwindet diese Schwierigkeiten bequem. Hierbei müssen jedoch zwei Motoren verwendet werden, und zwar für den Antrieb jedes Laufrades einer. Diese Motoren treiben bei den bisherigen Constructionen mittels einfacher Zahnradübersetzung je ein Laufrad an, wie die obenstehende Figur 3 zeigt.

Eine typische Construction dieser Art ist der Automobilwagen, System Kriéger. (*Eine Abbildung des Wagens, System Kriéger, wurde der Versammlung vorgewiesen.*) Aehnlich ist auch der Columbia-wagen der Pope Mfg. Co., Hartford, gebaut. Die Wirkungsweise ergibt sich daraus, daß durch geeignete Schaltung die beiden Motoren auto-



matisch sich auf jene Geschwindigkeiten einstellen, welche die jeweilige Radstellung erfordert. Beispielsweise wird beim Befahren einer Curve das äussere Rad schneller, das innere Rad langsam laufen können, ohne daß irgend eine Manipulation, abgesehen von der Lenkung, zu verrichten ist. Die elektrischen Vorgänge, welche dies ermöglichen, sind sehr einfach. Sind nämlich die beiden Motoren sogenannte Hauptstrommotoren, so ist einerseits deren Zugkraft abhängig von der sie durchfliessenden Stromstärke, anderseits ihre Geschwindigkeit in Function mit deren elektromotorischen Kraft. Beim Befahren einer Curve werden sich demnach die elektromotorischen Kräfte der beiden Motoren ganz von selbst entsprechend jenen Wegen, also Geschwindigkeiten, einstellen, welche dem Curvenradius entsprechen, d. h. die zugeführte elektromotorische Kraft der Stromquelle wird sich in dem erforderlichen Verhältnisse theilen. Es geht dies hervor aus der Spannungsformel, wonach

$$E = f(Z \cdot v \cdot N)$$

worin E die elektromotorische Kraft, Z die magnetische Induction, v die Geschwindigkeit des Motorankers, N die Anzahl der wirksamen Ankerdrähte bedeutet. Z ist bedingt durch die jeweilige Stromstärke, die bei Serienschaltung in beiden Motoren die gleiche ist, während N constant ist. Man sieht also, daß Geschwindigkeit und Spannung in der besprochenen Weise von einander so abhängig sind, daß die Spannung am Motor mit der durch den äußern Widerstand bedingten Geschwindigkeit sich einstellt. Wichtig ist nun auch das Verhalten der Zugkraft, welche, wenn nicht Rutschen der Räder vorherrscht, für beide Räder, auch bei verschiedenen Geschwindigkeiten, gleich ist; diese ist gegeben durch die Formel

$$T = f(J \cdot N \cdot Z)$$

worin J die Stromstärke bedeutet. Man sieht sonach ohne weiters, daß, da die gleiche Stromstärke beide Motoren durchfließt, selbe die gleiche Zugkraft ausüben werden, trotzdem deren Geschwindigkeit verschieden sein kann. Die vorangeführten Formeln erfahren natürlich eine theoretische und praktische Ausgestaltung, welche wiederzugeben hier zu weit führen würde; der Hinweis auf ihre principielle Giltigkeit genügt aber für die vorliegenden Erörterungen.

Es bietet also die Zweimotormethode ein einfaches Mittel, das mechanische Differential zu vermeiden und ist selbe diesem gegenüber in der letzten Zeit auch mehr und mehr in Aufnahme gekommen.

Der Tractionsoefficient beschäftigt den Constructeur zunächst hinsichtlich der im Fahrzeuge selbst, sowie im Terrain gegebenen Widerstände, nachdem der Luftwiderstand bei den für Automobile üblichen Geschwindigkeiten vernachlässigt werden kann und für die Ueberwindung des Winddruckes durch die Dimensionirung des Energieträgers und Motors vorgesorgt werden muss, ohne daß dessen Größe beeinflusst werden könnte. Die inneren Widerstände des Fahrzeuges ergeben sich aus der Eigenarbeit des Motors und des Getriebes, sowie der Räder auf den Achsen. Dieselben lassen sich sonach auf ein praktisches Minimum durch geeignete Construction reduciren und ergeben sich hiefür die bereits früher genannten Werthe. Um diese zu erzielen, sind u. a. vielfach für die Zapfen Kugellager in Anwendung gekommen; durch Wegfall des Differentialgetriebes bei der Zweimotoranordnung werden auch die Getriebeverluste verringert.

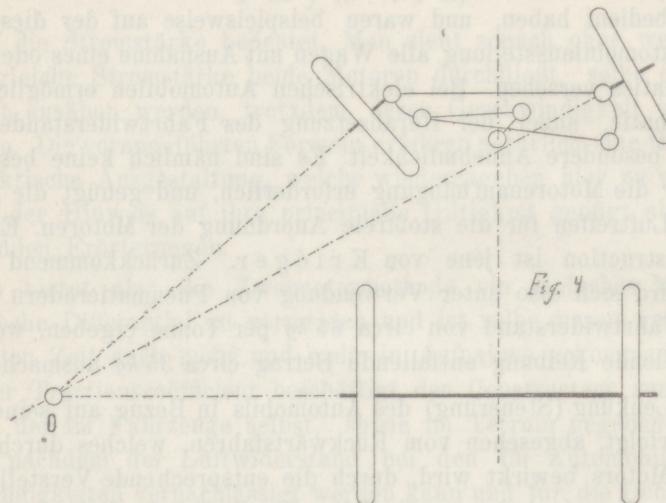
Da der weitaus größte Theil des Fahrtwiderstandes durch die rollende Reibung gegeben ist, so lag es nahe, Materialien, beziehungsweise Constructionen zu finden, welche diese herabsetzen. Ein solches Mittel fand sich im Luftreifen, dem sogenannten „Pneumatic“. Man kann annehmen, daß, während der Eisenradreifen über Hindernisse

„steigen“, das heißt der Wagen über solche gehoben werden muss, der Pneumatic sich in diese eindrückt und darüber abwälzt. Als Thatsache geht aus Versuchen hervor und scheint das Vorhergesagte zu bestätigen, daß der Fahrtwiderstand von Pneumatics, welche stärker comprimirte Luft, circa von 4·5 Atmosphären enthalten, gegenüber jenen mit 3 Atmosphären um circa 15% höher ist; dies ließe darauf schließen, daß sich erstere schwerer in die Hindernisse eindrücken. Dies vorausgeschickt, ist aus Untersuchungen von Michelin festgestellt, daß die gebräuchlichen Pneumatics circa 30—40% weniger Zugkraft erfordern, als die Eisenreifen, und zwar insbesondere bei schlechten Straßen, Schnee und Koth, während bei gutem Straßenzustand sich diese Differenz auf circa 20% reducirt. Im Mittel nimmt man an: Pneumatic zu Eisenreifen wie 100 : 132. Es ist begreiflich, daß sich alle Constructeure eines so großen Vortheils bedient haben, und waren beispielsweise auf der diesjährigen Pariser Automobilausstellung alle Wagen mit Ausnahme eines oder zweier mit Pneumatics versehen. Bei elektrischen Automobilen ermöglicht aber das Pneumatic, außer der Herabsetzung des Fahrtwiderstandes, noch eine ganz besondere Annehmlichkeit. Es sind nämlich keine besonderen Federn für die Motorenaufhängung erforderlich, und genügt die Schnellkraft der Luftreifen für die stoßfreie Anordnung der Motoren. Eine derartige Construction ist jene von Krieger. Zurückkommend auf das frühere wird sich also unter Verwendung von Pneumaticräder ein gesampter Fahrtwiderstand von circa 65 kg per Tonne ergeben, wobei der auf die rollende Reibung entfallende Betrag circa 35 kg ausmachen wird.

Die Lenkung (Steuerung) des Automobils in Bezug auf seine Fahrt-richtung erfolgt, abgesehen vom Rückwärtsfahren, welches durch Reserviren des Motors bewirkt wird, durch die entsprechende Verstellung der Lenkräder. So wie beim gewöhnlichen Straßenfuhrwerk besitzt nämlich auch das Automobil ein Räderpaar, welches in seiner Richtung beweglich angeordnet ist. Beim gewöhnlichen Straßenwagen genügt es, wenn diese Räder, und zwar die Vorderräder, sich um einen Drehpunkt in der Vorderachse drehen können. Beim Automobil muss dies empfindlicher construirt sein; denn die größeren Gewichte und Geschwindigkeiten bedingen dies. Man kann nun auch beim elektrischen Automobil die Lenkräder an eine Achse disponiren, welche um einen verticalen Zapfen, der in ihrer Mitte befestigt ist, drehbar ist. Dann schaltet man jedoch gerne zwischen dem Zapfen und der Lenkkurbel eine Blattfeder ein, um Einwirkungen von Stößen möglichst zu begegnen. Diese Lenkungsmethode ist nicht vollständig einwandsfrei, da die beiden Lenkräder stets untereinander parallel verstellt werden, wonach der jenseitige Curvenradius in Bezug auf beide Räder nicht berücksichtigt ist. Vollständig richtig ist eine Anordnung, welche, in Fig. 4 dargestellt, sich aus der geo-

metrischen Lösung des Problems ergibt, und mittels welcher sich die Lenkräder vollkommen abwälzen.

Eine nicht ganz entschiedene Frage ist die, welche Räder überhaupt gelenkt werden sollen, da manche Constructeure für diesen Zweck die Vorderräder, andere wieder die Hinterräder vorziehen. Hieraus leitet sich auch die Frage ab, welche Räder die getriebenen (beim elektrischen Automobil) sein sollen. Der Lenkung der Hinterräder, obwohl unhandlich und unsicher im Betriebe, spricht der Umstand das Wort, daß bei dieser die Vorderräder getrieben werden können. Diese Methode wird von zahlreichen Constructeuren bekämpft, welche die umgekehrte Anordnung vorziehen, bei welcher die Vorderräder gelenkt und die Hinterräder getrieben werden. Aber auch diese bietet Nachtheile dar, indem der rück-



wärtige Antrieb sich z. B. bei Glatteis nicht so gut bewährt, wie jener der Vorderräder.

Es gibt auch Typen, wie jene von Kriéger, bei welchen die Vorderräder sowohl getrieben als gelenkt sind. Da hiebei also ersichtlichermaßen die Lenkachsen zu belasten sein werden, weil die Gewichtsvertheilung so vorgenommen werden muss, daß für sie als Treibachsen ein entsprechendes Adhäsionsgewicht zur Verfügung stehe, so ergibt sich hieraus eine gewisse Schwierigkeit, die Lenkung auszuüben, das heißt die belasteten Achsstummel, beziehungsweise Räder zu verdrehen. Dem wird wiederum durch günstige Wahl der Hebelverhältnisse im Steuermechanismus abgeholfen, damit die Steuerung ohne besonderen Kraftaufwand bedient werden könne.

Hinsichtlich der Fähigkeit, die im Straßenverkehre vorkommenden Steigungen zu überwinden, kommt die Frage der Größe des Energie-

speichers, also der Capacität der Accumulatorenbatterie, sowie die Leistungsfähigkeit des Motors in Betracht. Die Berechnung der erforderlichen Arbeitswerthe ist identisch mit jenen bei anderen Fuhrwerken, da es sich lediglich um die Bestimmung der Hebeungsarbeit handelt. Dennoch gibt dieser Punkt in der Praxis Anlass zu Schwierigkeiten. Denn die Größe, also das Gewicht der Accumulatorenbatterie, ist durch die Leistung, welche man vom Automobil beansprucht, bedingt. Steigt nun diese, so wächst auch das Batteriegewicht, und es erhöht sich somit die zu befördernde todte Last. Um diese also gering zu halten, haben sich verschiedene, insbesondere französische Accumulatorenfabriken mit der Construction von Accumulatoren befasst, welche wesentlich leichter sind, als die üblichen Batterien für stationäre Betriebe und Traction von Straßenbahnwagen. Es scheint aber, daß die Herabsetzung der Gewichte parallel läuft mit der Herabsetzung der Lebensdauer. So z. B. kostet eine complete Automobilbatterie nach System Tommasi, welche von der „Société Fulmen“ in Paris erzeugt wird, ca. 2800 Frs. Nun verlangt die genannte Firma, falls man ihr die Instandhaltung der Batterie im Pauschale überträgt, hiefür 3·50—4 Frs. per Tag, d. h. mit anderen Worten die Batterie ist in ca. 2—2 $\frac{1}{2}$ Jahren nochmals bezahlt, also offenbar verbraucht. Allerdings ermöglicht die Batterie eine Tagesfahrtleistung von normal ca. 60 km, im Notfalle auch mehr, und ergibt bei fünfstündiger Entladedauer eine Capacität von 14 Ampérestunden pro Kilogramm Elementgewicht. Das Gewicht einer derartigen Wagenbatterie von 44 Zellen und ca. 100 Ampérestunden Capacität beträgt ca. 350 kg, gegenüber 460—550—600 kg anderer Systeme. Diese Gewichte beziehen sich auf viersitzige Wagen; bei größeren Wagen muss eo ipso die Batterie für gleiche Fahrtleistung schwerer werden, und baut auch die „Société Fulmen“ für solche Zwecke eine Type bis 550 kg Gesamtgewicht.

Das Gewicht der Accumulatorenbatterie beträgt ca. $\frac{1}{4}$ des Wagentriebes inklusive Nutzlast; dies ist ziemlich hoch und schwankt zwischen 1500—2000 kg, so daß das aus vier Personen sich ergebende Nutzgewicht 20—15% des totalen beträgt. Die Achsbelastung ist hiebei meistens so vertheilt, daß das getriebene Räderpaar gegenüber dem zweiten Räderpaare im Verhältnis von ungefähr 9 : 7 belastet erscheint.

Ich bin hier eigentlich von dem besprochenen Thema, nämlich der Ueberwindung vorkommender Steigungen, abgeschweift und unversehens zur Besprechung der Accumulatortypen gelangt. So möchte ich denn schon noch weiter gehen und überhaupt vom Stromverbrauch der Automobile sprechen, um ein Bild der Beanspruchung der Batterien zu geben. Diese hat sich aus den zahlreichen Versuchen, die gelegentlich der diesjährigen Pariser Automobilausstellung abgeführt worden sind, zu 130—150 Wattstunden per Wagenkilometer, am Motor gemessen, ergeben, was

circa 200 Wattstunden Ladestrommenge für den Accumulator entspricht; dies versteht sich für einen Wagen von circa 1500 *kg* Gewicht, bei einer Geschwindigkeit von circa 12—13 *km* per Stunde auf der Horizontalen. Dies sind sehr lehrreiche Ziffern, denn im Vergleiche hiezu consumirt ein elektrischer Motorwagen von circa 10.000 *kg* Gewicht per Wagen-kilometer bei 15 *km* Geschwindigkeit per Stunde, sehr reichlich gerechnet, circa 450—500 Wattstunden; hieraus geht ohne weiters klar hervor, mit wieviel ungünstigeren Verhältnissen, bezw. Fahrtwiderständen das automobile Straßenfuhrwerk zu kämpfen hat.

Ganz wesentlich steigt die Stromleistung, die vom Accumulator verlangt wird, beim Befahren von Steigungen. Gelegentlich der bereits mehrfach erwähnten Pariser Versuche wurde auch der Mont Valérien befahren, dessen Steigung 82%o beträgt. Der Stromverbrauch betrug hiebei ungefähr das Fünffache jenes in der Horizontalen! Bei einem Versuche wurde sogar die rue de Magdebourg mit 14,5%o Steigung auf 40 *m* Länge befahren.

Ich habe früher erwähnt, daß ein elektrisches Straßenfuhrwerk auch mit Sicherheit auf der Rampe angehalten werden muss. Hier hat nun die Technik, so jung sie auf diesem Gebiete ist, vielfaches zu Tage gefördert. In elektrischer Beziehung vor allem, die aus dem Straßenbahn- und Krahnbetrieb übernommene wohlbekannte Kurzschlussbremsung. Dieselbe besteht darin, daß im Momente, wo gebremst werden soll, die Stromzufuhr zum Motoranker unterbrochen, und dieser in sich, bezw. auf Widerstände geschlossen wird, während das Magnetfeld entweder eingeschaltet, also erregt bleibt, oder aber auch ausgeschaltet wird, wobei dessen Remanenz genügt. Es wird hiedurch der Motor in eine von außen erregte Dynamo umgewandelt, und somit eine, der jeweiligen Umdrehungsgeschwindigkeit entsprechende elektrische Arbeit erzeugt, welche die im Anker wirkende lebendige Arbeit verzehrt, diesen daher zum Stillstande bringt.

Den Zeitraum, innerhalb welchen sich dies vollziehen soll, hat man durch Wahl der Widerstände, auf welche man den Anker schließt, vollkommen in der Hand. Je nach der Steigung und Wagengeschwindigkeit vollzog sich bei den Pariser Versuchen das Bremsen bezw. Anhalten beim Bergabfahren auf Längen von circa 3—14 *m*. Diese Methode ist, insolange die Stromquelle in Ordnung ist, eine unfehlbar wirkende. Um jedoch auch für den, allerdings unwahrscheinlichen Fall des Versagens des Stromes gerüstet zu sein, gibt es verschiedene mechanische Bremsvorrichtungen, so vor allem Bandbremsen an den beiden Triebrädern, ferner bei manchen Wagen, speciell für das Bergabfahren Hebel, welche sich gegen die Fahrbahn stemmen u. a. m.

Auch die Erwägung, daß die Stromzufuhr intact ist, hingegen der Schaltmechanismus für die elektrische Bremsung nicht functionirt, ist

von den vorsichtigen Constructeuren in Berücksichtigung gezogen worden. Für diesen Fall ist an allen Wagen ein mit einem Fußtritt zu bedienender Nothausschalter vorgesehen, dessen Bethätigung übrigens nicht an diesen einen Fall gebunden ist, sondern im Belieben des Wagenlenkers steht.

In der Reihenfolge der Eingangs aufgestellten Constructionsbedingungen wäre nunmehr das Gewicht des Automobils zu besprechen. Hierüber habe ich jedoch im vorhergehenden bereits das Meiste gesagt, und will nur nochmals darauf hinweisen, dass, wenigstens hinsichtlich der Accumulatoren, Gewicht und Lebensdauer mit einander in einem wohl zu beachtenden Zusammenhange stehen. Einige Gewichtersparnisse können auch bei den übrigen Theilen des Wagens gemacht werden. So

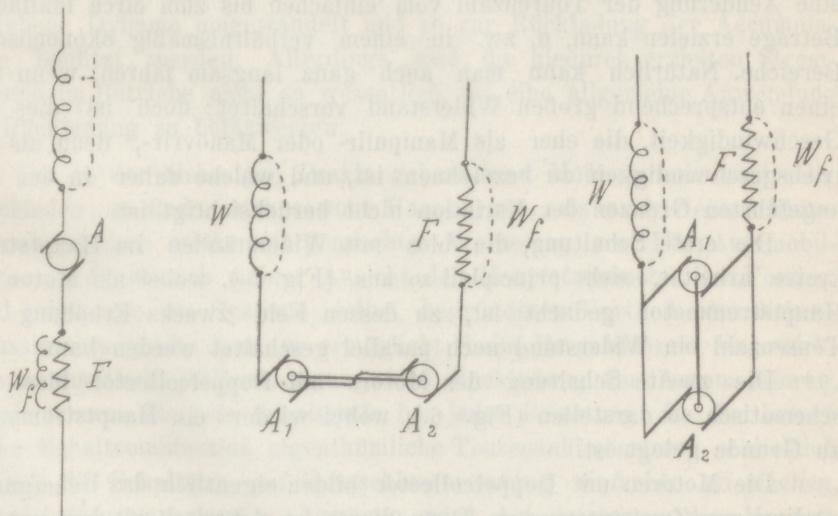


Fig. 5.

Fig. 6.

bauen manche Firmen die Räder nach Bicycleart; die nicht magnetischen Theile der Motoren sah ich vielfach zweckmäßig aus Aluminium-Legirungen hergestellt; auch Schutzlappen für die sogenannte Controle, also die elektrischen Steuerapparate der Wagen und für die Collectoren der Motoren aus Leder kommen vor. Es wird eben hier auch mancherlei gesündigt.

Eine wichtige Frage ist die nach der erzielbaren Geschwindigkeit und ihrer Regulirbarkeit. Erstere ist, wie schon an anderer Stelle betont, für die Größe des Motors und die Capacität der Accumulatoren-batterie maßgebend und sind daher auch hier jene Erwägungen zu berücksichtigen, die uns gelegentlich der Besprechung der Ueberwindung von Steigungen beschäftigt haben.

Für die Veränderung der Wagen, bzw. Motorgeschwindigkeit liegt eine große Zahl von Systemen vor, bei welchen zu unterscheiden

ist, ob wir es mit einem oder zwei Motoren per Wagen zu thun haben. Beim Antrieb mit einem Motor haben viele Constructeure, um nicht an der Schaltung der Batterie Änderungen vornehmen zu müssen, es vor-gezogen, durch eingeschalteten Widerstand die Spannung, die am Motor arbeitet, zu reduciren. Diese Methode ist zwar einfach, aber unökonomisch. Man ist sodann einen Schritt weiter gegangen und hat Motoren mit Doppelcollector, d. h. also mit zwei Ankerwickelungen gebaut, welche nach Bedarf parallel oder hintereinander geschaltet werden. Hiedurch regt sich principiell eine Variation der Geschwindigkeit von 2 auf 1. Zwischen diesen Grenzen, sowie ober- und unterhalb derselben kann durch Widerstände, die in den Anker- oder Feldstromkreis geschaltet werden, regulirt werden, so daß man bei gleicher Belastung im ganzen eine Änderung der Tourenzahl vom einfachen bis zum circa fünffachen Betrage erzielen kann, u. zw. in einem verhältnismäßig ökonomischen Bereich. Natürlich kann man auch ganz langsam fahren, wenn man einen entsprechend großen Widerstand vorschaltet; doch ist dies eine Geschwindigkeit, die eher als Manipulir- oder Manövrir-, denn als Betriebsgeschwindigkeit zu bezeichnen ist, und welche daher in den vor-angeführten Grenzen der Variation nicht berücksichtigt ist.

Die erste Schaltung, die blos mit Widerständen im Hauptstromkreise arbeitet, sieht principiell so aus: (Fig. 5.), wobei als Motor ein Hauptstrommotor gedacht ist, zu dessen Feld zwecks Erhöhung der Tourenzahl ein Widerstand noch parallel geschaltet werden kann.

Die zweite Schaltung des Motors mit Doppelcollector lässt sich schematisch so darstellen (Fig. 6.), wobei wieder ein Hauptstrommotor zu Grunde gelegt ist.

Die Motoren mit Doppelcollector bilden eigentlich das Uebergangsstadium zum Zweistromsystem. Denn dieses ist elektrisch mit dem ersteren identisch und gewährt seine Hauptvortheile in mechanischer Beziehung dadurch, daß das Differentialgetriebe entbehrlich wird. Das Schaltungsbild ist fast das gleiche wie das des ersteren; dadurch daß auch die Magnetfelder der beiden Motoren parallel und hintereinander geschaltet werden können, ist eine weitere Möglichkeit zur Tourenvariation gegeben. Im übrigen ist die Zweimotorschaltung, solange die elektrische Anordnung der Stromquelle nicht verändert wird, jener bei elektrischen Straßenbahnwagen, die mit constanter Spannung gespeist werden, principiell gleich.

Wir haben somit nur den Fall zu erörtern, bei welchem die Spannung der Stromquelle variiert wird. Dies ist die sogenannte „Gruppenschaltung“ der Accumulatorenbatterie, welche ja allgemein bekannt ist. Bei dieser ist die Batterie in Theile unterteilt, welche nach Bedarf hintereinander, gemischt parallel und hintereinander, schließlich rein parallel geschaltet werden, was durch die einfachsten Controllermanipu-

lationen erfolgt. Es ist klar, daß sich die Motorgeschwindigkeit entsprechend der jeweiligen Batteriecombination einstellen wird, und somit hier ein weiters einfaches Mittel gegeben ist, diese zu beeinflussen. Ich kann mir nicht versagen, auf diesen Punkt hinzuweisen. Zahlreiche und bequeme Methoden stehen uns zur Verfügung, die Geschwindigkeit des elektrischen Automobils nach Belieben zu beherrschen, während dies bei allen anderen Antriebssystemen mit Schwierigkeiten und Complicationen verknüpft ist.

Es erübrigt noch zu bemerken, daß die Vornahme der bereits früher erwähnten Kurzschlussbremsung sich ohneweiters durch den Controller bewerkstelligen lässt; ebenso kann auch beim Fahren im Gefälle der Motor in eine von der im Wagen aufgespeicherten lebendigen Arbeit betriebene Dynamo umgewandelt und so zur Rückladung der Accumulatoren benutzt werden. Allerdings sind die hiedurch erzielten Stromgewinne im Betriebe nicht so wesentlich, um eine allgemeine Anwendung der Rückladung zu befürworten.

Die in der bisherigen Praxis gebrauchten Motorsysteme sind sehr verschieden; es finden sich sowohl Hauptstrom-, als auch Nebenschlussmotoren, ja auch solche mit gemischter Wickelung vor. Für Automobilzwecke verdient nach meiner Ansicht der Hauptstrommotor den Vorzug. Wohl sind die im Systeme selbst begründeten Vortheile des Nebenschlussmotors groß; denn er ermöglicht beim Bergabfahren eine wirksame automatische Selbstbremsung und Rückladung der Accumulatoren, er hält ferner für jede Schaltstufe bei jeder Belastung die der betreffenden Schaltcombination eigenthümliche Tourenzahl constant; schließlich ist auch die Schaltung auf Kurzschlussbremsung einfacher zu machen, als beim Hauptstrommotor. Dagegen wird bei letzterem die Magnetwickelung günstiger ausfallen, sich auch der Controller einfacher bauen. Der erstere Moment spielt auch hinsichtlich der Anfahrzugkraft zu deren Gunsten mit, so daß tatsächlich die meisten Constructeure auf Hauptstrommotoren übergegangen sind.

Ich habe im vorstehenden die constructiven und betriebstechnischen Grundlagen für elektrische Automobile erörtert, ohne eigentlich diese zusammenhängend beschrieben zu haben. Doch dürfte der Aufbau eines solchen im allgemeinen nach alledem ziemlich erschöpfend behandelt sein. Es erübrigt mir noch, ganz allgemein für alle Constructionen geltend, zu erwähnen, daß die Radgestelle dieser Fahrzeuge ähnlich jenen der gewöhnlichen Straßenfuhrwerke, natürlich unter Berücksichtigung der Antriebsmechanismen, gebaut sind, jedoch kräftiger, daß auf diesen, ebenfalls in gleicher Aehnlichkeit, der Wagenkasten sitzt, welcher zur Aufnahme der Accumulatoren entsprechende Räume besitzt, und daß diese Räder meist mit Holzspeichen, oft aber auch ähnlich den Bicycle-

rädern hergestellt werden, wobei eine der beschriebenen Lenkungsmethoden zur Verwerthung kommt.

Eine formale Hauptschwierigkeit ist darin gegeben, den Eindruck zu vermeiden, ein Automobil sei ein Wagen ohne Pferde; der gute Geschmack der Wagenbauer wird sie hoffentlich überwinden, hauptsächlich jedoch wird das Publikum sich an den Anblick des Automobils ebenso zu gewöhnen haben, wie ihm jener des elektrisch betriebenen Straßenbahnwagens vertraut geworden ist.

Meine Herren! Ich habe heute bereits mehrmals von Automobil-Wettkämpfen gesprochen. Bei solchen kommt naturgemäß die Frage der qualitativen Classification in Betracht; denn es ist erklärlich, daß man bei den so verschiedenen Gewichten, beförderbaren Personenzahlen und Motorleistungen nicht einfach dem schnellsten Fahrzeug den ersten Rang einräumen darf. Ein sehr rationeller diesbezüglicher Vorschlag röhrt von Chauveau her. Dieser betrachtet als maßgebend für die praktische Leistung die Stärke des Motors, die Geschwindigkeit des Wagens und die Zahl der beförderten Personen nach dem Verhältnis $\frac{N}{p v} = c$

wobei N die Leistung des Motors in Pferdekräften, p die Personenzahl, v die pro Stunde durchschnittlich zurückgelegten Kilometer bedeuten. Je kleiner der Werth dieser Quotienten, d. h. der pro Person und Kilometer aufgewendete Effect ist, desto höher ist das Automobil zu bewerthen. Als interessantes Beispiel führt Czischek an, daß hiernach der Gewinner des ersten Preises bei der Wettkampf Marseille—Nizza—La Turbie, mit

$$N = 18 \text{ Pferdekräfte}$$

$$p = 5 \text{ Personen}$$

$$v = 31 \text{ km pro Stunde}$$

demnach $c = \frac{18}{155} = 0.11$ erst den 5. Preis verdient hätte, während ein ganz unbeachteter Concurrent mit

$$N = 3.75$$

$$p = 4$$

$$v = 24.5$$

demnach $c = \frac{3.75}{108} = 0.34$ den ersten Preis zu beanspruchen berechtigt gewesen wäre.

Wir kommen nun zur Frage der Betriebskosten eines elektrischen Automobils und müssen uns hiebei zunächst klar sein, daß ein Automobil als Sport- und Luxusfahrzeug einen volkswirtschaftlichen Werth nicht haben kann. Die Betriebskosten eines solchen kommen daher für uns gar nicht oder erst in zweiter Linie in Betracht. Für die Praxis ist es erforderlich, elektrische Wagen zu benutzen, die nicht

nur in technischer Beziehung mit dem animalischen oder übrigen maschinellen Betrieb concurreniren können, sondern deren Anschaffungspreis und Betriebskosten sich auch in angemessenen Ziffern bewegen.

Ist dies gelungen, so ist eine Einführung solcher Fahrzeuge für den städtischen Verkehr, ja später auch für den interurbanen Verkehr wahrscheinlich. Beziiglich des ersteren verweise ich auf London, Paris und New-York, in welchen Städten schon hunderte solcher Fahrzeuge laufen, während deren Indienststellung in Berlin bereits im Begriffe ist.

Anlangend den Anschaffungspreis des elektrischen Automobils darf der absolute Vergleich desselben mit dem Preise eines Wagens sammt Pferden nicht maßgebend sein. In Betracht kommen hiebei vielmehr noch die täglich mögliche Kilometerleistung, sowie die erzielbare Geschwindigkeit, auch die Anzahl der Personen, welche im Wagen befördert werden können, sowie die Größe der überwindbaren Steigungen. Außer diesen die Wagenleistungen bestimmenden Factoren muss man bedenken, daß das elektrische Automobil in den baulichen Investitionen günstiger daran ist, da naturgemäß Pferdestall, Futterkammer, Geschirrkammer etc. entfallen. Dies vorausgeschickt, möchte ich sagen, daß das billigste zweisitzige elektrische Automobil, welches ich in Paris sah, circa Francs 7000 kostete, das billigste viersitzige circa Francs 9000. Der maximale Preis, den ich nennen hörte, betrug Francs 25.000; daß hiebei viel Liebhaberei ist, bedarf wohl keiner Erwähnung; für Miethwagen zahlt man solche Preise natürlich nicht.

Wenn ich früher gesagt habe, daß die täglich erzielbare kilometrische Leistung des elektrischen Wagens schon bei der Beurtheilung dieses Kaufwerthes in Betracht komme, so gilt dies noch viel mehr bei der Bestimmung der Betriebskosten. Denn es ist unmöglich, mit einem einzigen Paar Pferden vor einem zweispännigen Wagen täglich regelmäßig 60, 80, 100 *km* zu machen; das heißt mit anderen Worten, für solche Dienstleistungen ist ein zweites Paar Reservepferde sammt Bedienung und Baulichkeiten nöthig, welche natürlich beschafft, erhalten und amortisiert werden müssen. Unter Zugrundelegung dieser Thatsache sind die nachstehend wiedergegebenen Zahlen bestimmt worden. Für Pariser Verhältnisse gut zutreffend ist die Betriebskostenberechnung von Forestier.

Er setzt seine effectiven täglichen Auslagen aus drei Posten zusammen, und zwar:

	Pferd	Elektrisch
1. Verwaltungsausgaben, Steuern und Unvorhergesehenes.....	3.58	3.16
2. Indirekte Betriebskosten für Erhaltung der Gebäude, der Wagen, der Motoren u. s. f., ferner Fahrerlohn	13.58	14.47
3. Directe Betriebskosten, also beim gewöhnlichen Wagen Erhaltung der Pferde, beim elektrischen Automobil Stromkosten	5.79	5.38
Exclusive Post 1 Francs	19.37	19.85

Es ist zu betonen, daß die Post 3 für 3·5 Pferde bestimmt ist, während beim elektrischen Betrieb der Betrag von Francs 5·38 sich aus Francs 4 für Batterieerhaltung und Francs 1·38 für Ladestrom ergibt; besonders der Betrag für Batterieerhaltung ist sehr hoch angenommen, während allerdings jenem für Stromkosten der billige Tarif der Pariser Elektricitätswerke mit durchschnittlich Francs 0·12 per Kilowattstunde zu Grunde liegt. Wie man sieht, bedarf es nur unwesentlicher Herabsetzungen einzelner Posten, und dies wird zunächst bei der Erhaltung der Accumulatoren-Batterien der Fall sein müssen, um dem animalischen Betrieb die Spitze bieten zu können.

Ich habe nun auch versucht, für Wiener Verhältnisse eine Betriebskostenrechnung aufzustellen und habe hiebei als Strompreis dementsprechend fl. 0·15 per Kilowattstunde angenommen, weiters mit einer 15jährigen Amortisation gerechnet, und schließlich für die Erhaltung der Batterie einen Betrag von 40% des Anschaffungswertes derselben per Jahr gerechnet. Dies ist zwar circa 10% weniger, als die Pariser Ziffer, aber in der schwereren Bauart der hierländischen Elemente begründet, ja sogar mit wesentlicher Sicherheit gerechnet.

Den Kosten des elektrischen Betriebes stelle ich das billigste Wiener Fuhrwerk entgegen, nämlich den Monatsfiaker, welches für erhebliche Fahrtleistungen und Geschwindigkeiten in Betracht kommen kann. Ein solcher kostet nach meinem Umfragen circa fl. 225 per Monat, mithin fl. 2700 per Jahr, wobei zu bemerken ist, daß allerdings ein solcher Wagen nicht 60 Kilometer per Tag machen kann, wie dies der nachfolgenden Berechnung für den elektrischen Wagen zu Grunde gelegt ist. Es ergeben sich hiernach folgende Investitionen, ferner folgende Auslagen pro Jahr:

Ankauf eines geschlossenen elektrischen Automobils..	fl. 5000
Ankauf eines zweiten offenen Wechsel-Wagenkastens.	800
Equipirung des Führers	100
Reservebestandtheile, Diverses und Unvorhergesehenes	500
	fl. 6400

Betriebskosten:

Remisenmiethe, Erhaltung und Beleuchtung derselben	fl. 150
Fahrerlohn 52 Wochen à fl. 14	728
Schmiermaterial, Putzmaterial, eventuelle Aushilfe und	
Diverses	200
Stromkosten, 365 Tage à 60 km Fahrtleistung pro Tag,	
à 200 Wattstunden Ladestrom, à 0·15 fl.	657
Erhaltung des elektrischen Theiles exclusive Accumu-	
latorenbatterie, des Wagens und des zweiten Wagen-	
kastens 70% von fl. 4200 =	300
Erhaltung der Accumulatorenbatterie, 40% von fl. 1600 =	640
Erhaltung der Equipirung 50% von fl. 100 =	50
Erhaltung der übrigen Anschaffungen 10% von fl. 500 =	50
Amortisation von fl. 6400 auf 15 Jahre	1040
	425
Summe der jährlichen Auslagen fl.	3200

Man sieht, daß die gesammten, hier mit Zugrundelegung hoher Anschaffungskosten und sicherer Ausgabenbeträge calculirten Betriebskosten blos um fl. 500 höher sind, als die Miethe des Monatswagens. Werden statt 60 Kilometer täglicher Fahrtleistung beispielsweise blos 30 Kilometer gefordert werden, so reduciren sich die Stromkosten auf die Hälfte, also fl. 361, während naturgemäß auch die Erhaltungskosten infolge der geringeren Abnützung aller Theile vermindert werden, so daß die Kosten des animalischen Betriebes leicht erreicht würden.

Man kann der durchgeföhrten Rechnung unstreitig den Vorwurf machen, daß in derselben nicht nur, wie ja beabsichtigt, zwei verschiedene Betriebsmedien verglichen sind, sondern auch zwei ungleiche Betriebsführungen, nämlich Eigenregie und Miethe; hieran wird sich der weitere Einwand knüpfen, daß die Miethe, welche einen Verkaufspreis darstellt, demnach den Unternehmergewinn bereits in sich enthält und im vorliegenden Falle billiger ist als die Eigenregie.

Anlangend nun den Fall, daß Jemand das Halten eines Wagens in eigener Regie betreibt, so kommt er theuerer daraus, als beim elektrischen Wagen. Nach Berechnungen des Herrn L o h n e r, welche derselbe in einem am 15. Jänner 1897 im Niederösterreichischen Gewerbe-Verein gehaltenen Vortrage anstellte, kostet die Eigenregie, und zwar unter Annahme von blos 3 Pferden, per Jahr ö. W. fl. 3528, demnach circa fl. 330 mehr als die elektrische Eigenregie.

Hinsichtlich des anderen Falles, d. h. Vergleich der Kosten des gemieteten Wagens mit der elektrischen Eigenregie müssen wir berücksichtigen, daß nicht nur durch Sinken der täglichen Kilometerleistung die elektrischen Betriebskosten sich reduciren, sondern daß auch eine erhöhte Tagesleistung, ohne Vermehrung der Investitionen, mit demselben Automobil durchführbar ist, während der Pferdebetrieb durch Einstellung von Wechselpferden größere Anschaffungen bedingt. Man muss zugeben, daß sonach das Automobil thatssächlich eine rationell arbeitende Maschine ist.

Nun wurden aber die hier aufgestellten Ziffern dem einzelnen Falle eines elektrischen Wagens angepasst, während sich selbe im Großunternehmerwesen ganz anders, u. zw. günstiger stellen müssen. Schließlich will ich nochmals betonen, daß diese Zahlen, eben weil nur auf Vorcalculationen basirend, mit ganz besonderer Sicherheit angesetzt worden sind, und sich in der Praxis auch schon deshalb reduciren werden. Zu diesen Momenten kommt aber noch ein weiteres, welches meiner Ansicht nach es schon allein rechtfertigt, wenn die elektrische Eigenregie mit der Wagenmiethe verglichen wurde. Unleugbar ist nämlich das Halten eines eigenen Wagens mit Pferden und Wechselpferd samt Stall, Futterkammer, Geschirrkammer, Kutscherwohnung (die ja beim Automobil ebenso entbehrlich ist, wie etwa, daß ein Fabriksmaschinist

im Hause wohnt) und allem, was drum und dran hängt, für Viele unerwünscht, ja oft unmöglich. Und diese Leute müssen sich dann eben Miethwagen halten. Anders beim Automobil. Dessen Eigenbesitz ist mit keinerlei nebenherlaufenden Schwierigkeiten verbunden; es ist eine Maschine, welche zu halten Niemandem Unannehmlichkeiten bereiten kann. Ich möchte sagen, daß hier das gleiche Verhältnis bestehe, wie zwischen Fahrrad und Reitpferd. Von diesem Standpunkte aus betrachtet, erscheint wohl auch der durchgeführte Vergleich der Betriebskosten nicht unberechtigt.

Dann muss aber auch anerkannt werden, daß die finanzielle Seite des elektrischen Automobilimus eine gesunde ist. Es ist gewiss bemerkenswerth, wenn eine so junge Sache bereits heute so weit gediehen ist, daß man ihr eine berechtigte, erfolgreiche Concurrenz mit den bestehenden Betriebsmethoden nicht absprechen kann, umso mehr, wo fast jeder Tag neue Verbesserungen und neue Ideen bringt. Es ist daher auch mit Bestimmtheit zu erwarten, daß sich die Kosten des elektrischen Betriebes so stellen werden, daß die Automobile auch als Miethwagen ihre Verwendung finden werden. Sowohl die Pariser Berechnung von Forestier deutet hierauf hin, als auch insbesondere der Umstand, daß, wie schon erwähnt, einschlägige Miethwagen-Unternehmungen bereits in London, Paris und New-York in Action getreten sind.*.) Ich habe diese Seite der Betriebsführung mit Absicht nicht näher behandelt, weil sich bei dieser, eben aus dem Unternehmerwesen heraus, unbedingt noch wesentlich bessere Resultate ergeben müssen und ich das Ungünstigste herausgreifen wollte und das ist eben die Eigen- und Einzelregie.

Meine Herren, trotzdem ich schon zu lange Ihre Geduld in Anspruch genommen habe, kann ich es mir doch nicht versagen, nunmehr, wo ich die Principien des elektrischen Automobils und seine Betriebskosten erörtert habe, hinsichtlich ersterer nochmals zu betonen, wie unübertroffen einfach dieselben sind. Wie ich ja Eingangs gesagt habe, können wir vom Elektromotor alles das, was gar nicht oder nur gekünstelt und mit complicirten Bedienungsmechanismen beispielsweise vom Benzinmotor zu erzielen ist, schon deshalb verlangen, weil es in seinem Systeme begründet, weil es seine ureigensten Attribute sind. Vor- und Rückwärtsfahrt, Schnell- und Langsamfahrt, Ueberlastbarkeit, elektrische Bremsung nicht nur beim Anhalten, sondern auch beim Bergabfahren, und all' dies mit einem einzigen Hebelgriff erzielbar, Abwesenheit jeglichen Geräusches und übeln Geruches, Vermeidung von Vibratien sind die Hauptcharakteristiken des elektrischen Fahrzeugs, von den weniger wichtigen Eigenschaften desselben gar nicht zu reden. Bedenkt man dies, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn wir Fachleute, die auf diesem Gebiete arbeiten, dessen Zukunft mit größten

Hoffnungen, ja ich möchte sagen, mit einem gewissen Enthusiasmus entgegensehen.

Ich möchte nun, zum Schlusse kommend, noch kurz des einen, des elektrischen Fahrzeuges L o h n e r — Vereinigte Elektr. A.-G. — gedenken, welches ich zu Beginn meines Vortrages erwähnte. Es würde zu weit führen, noch heute dessen ausführliche Theorie und Beschreibung Ihnen vorzuführen. Hingegen lege ich Werth darauf, die geehrte Versammlung mit einigen der bereits damit erzielten Resultate bekannt zu machen, aus welchen hervorgeht, daß wir mit jenen des Auslandes gleichen Schritt halten. Der Wagen (*der Herr Vortragende ließ eine Abbildung des Wagens in der Versammlung circuliren*) dürfte vielen Besuchern der heurigen Jubiläumsausstellung übrigens bekannt sein; ich habe nachzutragen, daß dessen Accumulator für 100 Ampèrestunden von der Firma Wüste & Rupprecht herrührt. Sein Gewicht inclusive drei Passagieren und Fahrer beträgt ca. 1600 kg, der Durchmesser seiner Triebräder 1100 mm. Mit diesem Wagen wurden zahlreiche Versuchsfahrten bei verschiedenen Witterungen angestellt, welche alle sehr zufriedenstellend verlaufen sind. Sowohl die Regulirung der Geschwindigkeit als die Bremsung waren eine vollkommene, insbesondere auch das Befahren von Steigungen ohne Schwierigkeiten durchführbar. Bei einer Rundfahrt, welche, ausgehend von der Porzellangasse durch die ca. 2%ige Steigung der Maria Theresienstraße auf den Schottenring, von da zum Parlament, zur Oper, Aspernbrücke, Franz Josefsquai zurück zur Porzellangasse führte, waren die Geschwindigkeiten, welche jedoch höchstens Zweidrittel der erreichbaren betrugen, je nach den Steigungsverhältnissen ca. 10—16 km per Stunde, dementsprechend bei 80 Volt Spannung der größte Stromverbrauch ca. 45 Ampère in der Maria Theresienstraße, der geringste am ebenen Theile des Ringes ca. 20 Ampère. Die fallenden Strecken, wie z. B. Oper gegen Stubenring zu, wurden zum Theil stromlos, mit elektrischer Bremsung gefahren. Interessant war ein Versuch auf dem Asphaltplaster in der

	PS	km	Ampère	%/oo
Maria Theresienstraße	3	9·3	45	20
Börse—Schottenthor.....	2·5	12	35	—
Schottenthor—Rathhaus.....	2	13	30	—
Josefstädterstraße—Parlament	Bremsung	—	—	—
Parlament—Oper.....	1·8	15	20	—
Oper—Stubenring	theils			
	Bremsung,			
	theils			
	1·8	15	20	—
Stubenring—Franz Josefsquai	2	14	25	14
Augartenbrücke—Schottenthor.....	2·5	12	35	—

Rathausgegend. Der Stromverbrauch fiel nämlich auf diesem nur unwesentlich. Dies ist wohl auf die günstige Wirkung des Pneumatics auf dem unebenen Pflaster zurückzuführen. Es ergaben sich sonach die umstehenden, vom Elektromotor abgegebenen Arbeiten, bei welchen der Verlust im Differentialgetriebe bereits berücksichtigt erscheint.

Eine weitere Fahrt wurde durch die Berggasse unternommen, welche mit einer einzigen Ausnahme (Kölbergasse in Hernals) die steilste Rampe in Wien darstellt; deren unterer Theil hat 40%, der obere Theil, gegen die Währingerstraße zu, hat 89% Steigung. Die Fahrt ging anstandslos vor sich und dürfte hiedurch wohl der Beweis erbracht sein, daß das elektrische Automobil für den Wiener Boden geeignet sei.

Die betreffenden Leistungen waren (wieder die vom Motor, wie oben, abgegebenen):

	PS	km	Ampère	%
Berggasse unterer Theil	3.5	5-6	65	40
" oberer "	4.1	2-3	85	89

Auf der letzteren Steigung wurde auch Halt gemacht, einerseits, um sich von der zuverlässigen Wirkung der Bremsen zu überzeugen, andererseits, um Gelegenheit zu haben, auf dieser Steigung anzufahren. All' dies vollzog sich in Ordnung. Wir können demnach mit einer Genugthuung sagen, daß ein praktisch brauchbares Fahrzeug geschaffen wurde, was umso erfreulicher ist, wenn man bedenkt, daß es das erste ist, welches die vereinigten, früher genannten Firmen gebaut haben. Meine Herren! Brauchbares kann nur geschaffen werden, wenn man sich auch der Fehler oder Angriffspunkte dessen bewusst ist, was man macht. Ich möchte zum Schlusse daher auch ganz kurz das streifen, was dem elektrischen Automobil vorgeworfen werden kann und wird. Hieher zählt die Notwendigkeit, Ladestationen für die Accumulatoren zu errichten. Eine große Schwierigkeit wird dies der Technik wohl nicht bereiten, insbesondere in Städten, wo stromliefernde Centralen bereits existiren. In London, Paris und New-York existiren hiefür schon mustergültige Einrichtungen. Weiters die erforderliche Zeitdauer für die Ladung der Batterien. Auch das kann uns nicht schrecken. Alle maßgebenden Accumulatorenfabriken werfen sich auf die Erzeugung von Schnelllade-Accumulatoren und es ist kein Zweifel, daß uns in kurzer Zeit die Elemente zur Verfügung stehen werden, welche im Zeitraume einiger Minuten, unter Anwendung hoher Stromstärken geladen, dienstbereit gestellt werden können.

Schließlich nenne ich noch die Notwendigkeit, die Batterie speciell zu überwachen und zu erhalten, sowie deren große Abnützung. Auch

diese Frage, welche sogar beim jetzigen Stande der Technik nicht mehr in der Lage ist, die Betriebskosten des elektrischen Fahrzeuges so zu erhöhen, daß deren Verwendung sich verbieten würde, geht ihrer Lösung entgegen, wie dies ja auch die zahlreichen Straßenbahnen mit Accumulatorenbetrieb beweisen.

Es sind dies Details, auf welche einzugehen, heute viel zu weit führen würde; ich habe mich jedoch selbst verpflichtet gefühlt, denselben einige Worte zu widmen, um aufmerksam zu machen, wo hinsichtlich des Energieträgers der Hebel anzusetzen ist.

Eine **wesentliche** Vereinfachung könnte nun auch dem mechanisch-elektrischen Theile des Wagens trotz dessen vorgeschrittener Durchbildung, sowohl hinsichtlich des construirten Aufbaues, als des Gewichtes, als auch der inneren Verluste zu wünschen sein, während kleine Aenderungen hier weder mitzählen, noch nöthig sein würden. Ich werde demnächst in der Lage sein, Ihnen eine solche principielle Neuconstruction vorzulegen, von welcher wir uns, eben wegen der principiellen Abweichung vom bisherigen Wege, in der angedeuteten Richtung viel versprechen und damit einen bedeutenden Fortschritt erhoffen.

Meine Herren! Wenn ich Ihre Zeit länger als im Rahmen eines Vortrages üblich in Anspruch genommen habe, so muss ich dennoch gestehen, daß ich das so umfangreiche Thema in dieser Zeit nur ganz flüchtig behandeln konnte; ich habe es vermieden, insbesondere näher auf elektrische Details einzugehen und mich mit deren allgemeinen Umrissen begnügen müssen. Immerhin hoffe ich, daß es mir gelungen ist, Ihnen erfolgreich meine Ueberzeugung begründet zu haben, daß dem elektrisch betriebenen Automobil eine bedeutende Rolle im Verkehre unserer städtischen Straßen, später auch im interurbanen Dienste bevorsteht, ja daß mit dem beginnenden neuen Jahrhundert unser Verkehrs-wesen durch dasselbe eine wesentliche Umgestaltung erfahren wird.
(*Lebhafter Beifall und Händeklatschen.*)

Der Herr Präsident:

Ich danke dem Vortragenden für seine höchst interessanten Mittheilungen über die elektrischen Automobilen, und möchte daran die Bitte knüpfen, der Sie sich gewiss alle anschließen werden, daß er uns in einem zweiten Vortrage mit den neueren Constructionen der elektrischen Einrichtungen solcher Fahrzeuge bekannt machen und uns auch Gelegenheit geben möge, daß wir ein derartiges Automobile besichtigen, eventuell mit demselben auch Versuchsfahrten vornehmen könnten. Es wird dies zur Verbreitung dieser neuen werthvollen Erfindung auf dem Gebiete des Tractionswesens gewiss wesentlich beitragen und auch der praktische Nachweis erbracht werden können, daß hier der elektrische Betrieb dem Dampf-, Benzin- oder Petroleumbetriebe überlegen ist.

Der Herr Vortragende hat zwar nur das Luxus- und Miethfuhrwerk heute einer Besprechung unterzogen, und obwohl ich den hohen Werth solcher Fahrzeuge durchaus nicht verkenne, so erlaube ich mir als Eisenbahner doch darauf aufmerksam zu machen, was ich bereits in meinem im December 1897 hier gehaltenen Vortrage über das Selbstfahrwesen näher ausführte, daß erst durch die Möglichkeit der Beförderung schwerer Lasten auf schienenlosen Straßen und Wegen eine werthvolle Ergänzung und Vervollständigung der bestehenden Local- und Kleinbahnen geschaffen werden würde.

Thatsächlich sind auch derlei Versuche anderwärts bereits gemacht worden, wobei ich noch auf den Omnibusverkehr mittels Accumulatoren in Berlin, Paris, London und New-York verweisen will, in welchen Städten bereits Omnibusse mit etwa 20 Sitzplätzen im regelmäßigen Dienste stehen.

Besonders wichtig wäre auch die behördliche Regelung des Motorenverkehrs durch Erlassung besonderer Vorschriften, einer Art Betriebsordnung, welche durch die hiedurch theilweise veränderten Verhältnisse beim Straßenverkehre eine Nothwendigkeit geworden ist, und befindet sich, wie ich heute in einer Fachzeitschrift gelesen habe, in Stuttgart ein solches Ortsstatut für den Motorenverkehr bereits in der Ausarbeitung; Stuttgart dürfte dann die erste Stadt Deutschland's sein, die hierüber behördliche Vorschriften besitzen wird. Ich bitte Herrn Ingenieur Egger, auch dieser Frage seine Aufmerksamkeit zuwenden zu wollen, wodurch er sich ein weiteres Verdienst um das Selbstfahrwesen erwerben wird. Ueberdies würde der Verein Veranlassung nehmen, bei Aufstellung derartiger Vorschriften unterstützend einzutreten und auch versuchen seine Anschaulungen bei den competenten Behörden geltend zu machen.

Also nochmals verbindlichen Dank für die vielen lehrreichen und werthvollen Angaben mit der erneuerten Bitte, uns recht bald mit einem zweiten Vortrage zu erfreuen. (Beifall.)



