Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 27 (1936)

Heft: 22

Artikel: Vorteile des elektrischen Betriebs zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Betriebs der Bahnen

Autor: Duerler, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057540

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

Kondensator erzeugt. Es lässt sich rechnerisch nachweisen [1]) und es wurde auch durch Versuche ermittelt, dass diese Anordnung in Verbindung mit dem weiter unten beschriebenen Drehsystem gegenüber Lösungen mit ohmschem Vorwiderstand oder Induktivität in einem der beiden Stromkreise die weitaus grösste Ausnützung des Systems und der Drehmomentbildung ergibt.

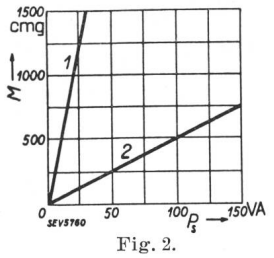

Fig. 2.
Energieverbrauch.

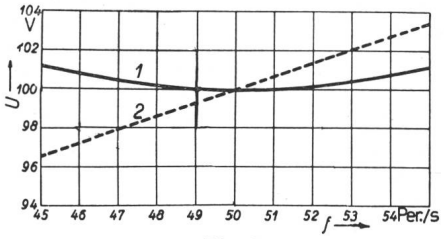

Fig. 3.
Frequenzabhängigkeit.

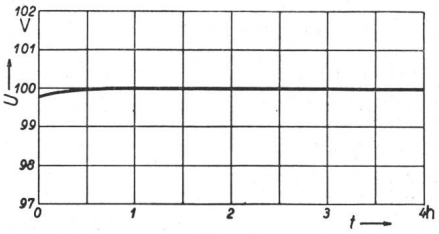

Fig. 4.
Temperaturabhängigkeit.

1 Neues System, mit Rotor aus Eisen-Kupfer-Kombination, ohne inneren (feststehenden) Eisenkern.
2 Uebliches System mit Aluminiumtrommel und feststehendem Rotorkern.

Das Rotor-Drehsystem ist nach neuen Gesichtspunkten aufgebaut. Es sind Meßsysteme nach dem Ferrarisprinzip bekannt, bei denen sich eine Aluminiumtrommel innerhalb eines engen Luftspaltes zwischen Stator und feststehendem ferromagnetischem Rotorkern bewegt. Beim vorliegenden Messsystem besteht der Rotor aus einem dünnwandigen Zylinder, dessen Material gute magnetische und elektrische Leitfähigkeit besitzt, z. B. ein gesintertes Kupfer-Eisengemisch. Bei dieser Konstruktion ist kein innerer Rotorkern (und Luftspalt) nötig, was die konstruktive Ueberlegenheit gegenüber bekannten Systemen ergibt.

Fig. 2, Kurve 1, zeigt für dieses Meßsystem den Verlauf des Drehmomentes in Abhängigkeit von der Scheinleistungsaufnahme. Kurve 2 zeigt die gleiche Beziehung der Verhältnisse für ein bekanntes System mit Aluminiumtrommel und feststehendem Rotorkern. Der Gütegrad $G = \frac{M}{P_s}$ ergibt sich aus den beiden Kurven für das neue System zu 50 cmg/VA und für das andere System zu 5 cmg/VA.

Erwähnenswert ist ferner der aus Fig. 3 hervorgehende geringe Frequenzeinfluss auf das neue System. Es ist also nicht so, wie es auf den ersten Blick scheinen mag, dass ein Meßsystem mit Kapazität im Stromkreis einem besonders starken Frequenzeinfluss unterliegt.

Ein weiterer Vorteil des Meßsystems ist sein Verhalten bei Dauereinschaltung (Anwärmefehler). Fig. 4 zeigt die ebenfalls an einem Meßsystem für raschwirkende Spannungsregler aufgenommenen Werte. Dabei beträgt die Aenderung des Regulierwertes (Anwärmefehler) vom Moment des Einschaltens bis zum Dauerzustand den kaum messbaren Wert von nur 0,2 %. Veränderliche Raumtemperatur hat auf die Einhaltung des Regulierwertes praktisch ebenfalls keinen Einfluss.

Anwendungsmöglichkeiten des neuen Meßsystems.

Tabelle I.

Anwendungsgebiet	Regulierte Grösse	Erreichbare Empfindlichkeit normal	Leistungsaufnahme VA
Als raschwirkende Regler u. Relais für:	Spannung	± 0,3 %	20
	Strom	± 0,3 %	20
	Leistung	± 0,5 %	Stromsystem 10 VA
	Blindleistung . .	± 0,5 %	
	Leistungsfaktor (cos φ)	0,5 Grad elektr.	Spg.-System 11 VA
	Frequenz	bis ± 0,03 Per./s	35 VA
Als Relais für:	Energierichtung .	± 0,2 %	Stroms. 7 VA Spgs. 15 VA
	Impedanz	—	—
	Reaktanz	—	—
Als Regler für:	Ventilsteuerung .	—	—
	Drehzahlregulier.	—	—
	Brennstoffregul. .	—	—

Die Anwendungsmöglichkeit des neuen Systems (Tabelle I) ist dank der guten elektrischen Eigenschaften und dem mechanisch einfachen Aufbau sehr vielseitig.

[1]) Thoma: Anlaufmoment des asynchronen Einphasenmotors. Arch. Elektrotechn. Bd. 26 (1932), S. 856.

Vorteile des elektrischen Betriebes zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Betriebes der Bahnen.

(Nachtrag zur Diskussionsversammlung des SEV vom 18. April 1936.)

Von *W. Duerler*, Agno.

621.331:625.1

Der Autor, früher Oberelektroingenieur der Rhätischen Bahn, nimmt zunächst Stellung zum Ergebnis der Diskussionsversammlung vom 18. April d. J. Sodann wird die Frage des Ersatzes unrentabler Bahnen durch Strassentransporte besprochen und auf Grund einer Vergleichsrechnung gezeigt, dass wenigstens für die Verhältnisse einer Schmalspur-Gebirgsbahn das Einlegen von Reisemöglichkei-

L'auteur, ancien ingénieur-électricien en chef des Chemins de fer Rhétiques, résume tout d'abord le résultat de la journée de discussion de l'ASE du 18 avril 1936. Il examine ensuite la question du remplacement des chemins de fer déficitaires par les transports routiers et montre par un calcul comparatif que, pour un chemin de fer de montagne à voie étroite au moins, le transport par véhicules routiers est

ten beim Strassentransport unwirtschaftlicher ist als auf der Bahn unter Verwendung rein elektrisch betriebener Schienentriebwagen. Das ungünstige Ergebnis beim Strassentransport wird dabei auf die geringe Reisegeschwindigkeit zurückgeführt.

Weiter wird noch ein Vergleich angestellt zwischen rein elektrischen Schienentriebwagen und solchen mit Wärmemotoren und besonders erläutert, welche Vorteile der Elektromotor als äusserst robustes Element bildet, wogegen dargelegt wird, dass insbesondere der Diesel-Schienen-Triebwagen, der sonst alle Vorteile des elektrischen Triebwagens für die Auflockerung des Verkehrs aufweisen könnte, wegen des zu erwartenden grössern Anfalles an Ausbesserungs- und Unterhaltungsarbeiten, sich wirtschaftlich weniger günstig erweisen dürfte. Eine Rechnung kann nicht angestellt werden, da zur Zeit noch nicht genügend statistische Unterlagen für die Dieseltriebwagen vorhanden sind.

Schliesslich wird noch darauf verwiesen, dass das Problem der Rettung der Bahnen nicht allein mit technischen Mitteln gelöst werden kann, sondern dass es vor allem nötig ist, dass durch eine gesetzliche Regelung des Schienen- und Strassentransportes dem heutigen Chaos in unserm Verkehrswesen Einhalt geboten wird. Es wird besonders an die technischen Verbände appelliert, die dazu beitragen sollten, das Volk aufzuklären, damit ein solches Gesetz zustande kommt.

moins économique que par chemin de fer, si celui-ci utilise des automotrices à propulsion purement électrique. Le résultat défavorable pour le transport routier est attribué à la faible vitesse de déplacement des véhicules routiers.

L'auteur compare ensuite les automotrices à propulsion purement électrique à celles à moteurs à explosion. Le moteur électrique est très avantageux du fait de son extrême robustesse, tandis que l'automotrice Diesel-électrique, bien que présentant tous les avantages de la traction électrique au point de vue de l'assouplissement du trafic, sera probablement plus onéreuse en exploitation, à cause des réparations auxquelles on doit s'attendre et de l'entretien bien plus compliqué. On ne peut faire de calculs, car actuellement on ne dispose pas encore d'expériences suffisantes avec les automotrices Diesel-électriques.

Finalement, il faut remarquer que la solution de la crise que traversent actuellement les chemins de fer ne dépend pas uniquement des moyens techniques que l'on mettra en œuvre; il est avant tout nécessaire qu'une réglementation légale du problème rail-route vienne mettre fin au chaos qui règne actuellement dans le trafic. L'auteur demande spécialement aux associations techniques de contribuer à renseigner le public, afin que cette réglementation puisse enfin se réaliser.

Eine Diskussionsversammlung ist natürlich dazu da, dass man dort sein pro und contra zum Thema mündlich anbringt. Da ich aber etwas abgelegen wohne, musste ich schon am Freitag abreisen, um mir die Vorträge vom Samstagmorgen anzuhören, und war genötigt, den Heimweg anzutreten, bevor die eigentliche Diskussion begann, um noch am gleichen Tag nach Hause zu kommen. Deshalb sei es mir gestattet, nachträglich, nachdem der ganze Bericht, samt den Ausführungen von Herrn Reichsbahnoberrat Mühl, veröffentlicht vorliegt (Bull. SEV Nr. 17 d. J.), einige Bemerkungen dazu zu machen.

Ergebnis der Diskussionsversammlung.

Es war gewiss für die meisten Teilnehmer erfreulich, konstatieren zu können, dass verschiedene Pioniere der elektrischen Traktion zu der Versammlung erschienen waren. Sicherlich hat aber mancher dieser Pioniere den Heimweg recht schweren Herzens angetreten; denn das Fazit, das man aus dieser Versammlung ziehen konnte, bestand eigentlich nur darin, dass die Frage nicht einstimmig bejaht wurde, ob die Elektrifizierung überhaupt etwas Besonderes zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Verkehrs beizutragen imstande ist, was mit andern Traktionsarten, wenigstens in einer fernern Zukunft, nicht auch erreichbar wäre.

Als Vorteil der elektrischen Traktion gegenüber andern Betriebsarten wurde widerspruchslos und einmütig nur die elektrische Zugsheizung hervorgehoben: wahrlich ein bescheidenes Resultat! Die Elektrotechniker wussten das entschieden auch schon vor der Inangriffnahme der Elektrifizierung der Hauptbahnen, betrachteten es aber damals als etwas sehr Nebensächliches.

In der Tat beschlich auch mich nach der Versammlung ein wehmütiges Gefühl, hatte ich mich doch während 28 Jahren ausschliesslich mit der elektrischen Traktion beschäftigt und dabei nur Gutes und Erfreuliches erlebt, wenigstens soweit ich mit elektrischen Einrichtungen in Berührung kam. Es würde mir daher überaus schwer fallen, etwas anderes als Gutes über den elektrischen Betrieb auszusagen, auch wenn ich alle in den Jahren meines Aufenthaltes im Orient etwa erworbene östliche Verstellungskunst (Herr Obermaschineningenieur Müller spielte auf ein mohammedanisches Sprichwort an) zusammennehmen wollte.

Es sei mir deshalb gestattet, auf einige Vorteile der elektrischen Traktion hinzuweisen und auf einiges aus den Referaten zurückzukommen.

Ersatz unrentabler Bahnen durch Strassentransporte.

Schon im Referat von Herrn Direktor H. Parodi fiel mir auf, wie leicht er eigentlich bereit ist, über Bahnen den Stab zu brechen und ihren Verkehr dem Strassentransport zu überlassen, wenigstens soweit sie seiner Kategorie I angehören, d. h. wenn ihre Einnahmen die direkten Betriebskosten nicht zu decken vermögen.

Vom rein privatwirtschaftlichen Standpunkt aus könnte man tatsächlich sagen, ein Unternehmen, das keine Rendite abwirft, hat keine Existenzberechtigung; es soll ruhig untergehen. Und doch verfährt man auch in der Privatwirtschaft in Wirklichkeit nicht so radikal. Man denke z. B. an unsere Hotelindustrie. Wie manches Grandhotel müsste seine Pforten schliessen, wollte man nach dieser Regel verfahren, und doch halten die Finanzleute dort, und in vielen industriellen Betrieben, durch, in der Hoffnung auf bessere Zeiten. Wo es gar mit Rücksicht auf die Angestellten geschieht, kann dies entschieden nicht genug anerkannt werden.

Bei Bahnunternehmen, die ja in der Regel noch volkswirtschaftliche, oft auch strategische Bedeutung haben, sieht die Sache zudem noch wesentlich anders aus. Die Abtretung der Güter- und Personenförderung an die Strasse wäre wenigstens dort am Platze, wo der Strassentransport wirklich wirtschaftlicher ist. Ist aber dies dort, wo eine Bahn ihre Betriebskosten durch die Einnahmen nicht decken kann, auch wirklich der Fall, dass der Strassentransport wirtschaftlich wird? Herr Direktor Parodi erklärte, dass in Frankreich mehr als 10 000 km von Bahnlinien allgemeinen Interesses und etwa 25 000 km von Linien von lokalem Interesse durch Strassentransporte ersetzt werden sollten. Tatsächlich wurden solche Umstellungen vorgenommen, sah ich doch selbst schon vor wenigen Jahren an der französischen Riviera, wie von ehemaligen Ueberlandbahnen nur noch die im oder neben dem Strassenkörper verlegten Schienen zu sehen waren. Elektrische Fahrleitung und Masten waren offenbar entfernt worden und auf der Strasse besorgten Autobusse zu erstaunlich niedrigen Preisen den Personentransport. Schon ein Jahr später erfuhr ich aber, dass jene niedrigen Beförderungspreise sprunghaft in die Höhe gegangen seien; etwas hatte also in der Rechnung nicht gestimmt.

Es drängt sich die Frage auf, ob sich in konkreten Fällen ein Vergleich zwischen Bahntransport und Strassentransport rechnerisch erfassen lasse, auf welcher Basis man den Vergleich am besten anstellt und ob man genügend Unterlagen findet, um darauf die Vergleichsrechnung aufzubauen. Die Transportanstalten werden für ihre Leistungen pro km Transportweg bezahlt. Das Unternehmen, dessen Betriebsausgaben, auf den Transport-km bezogen, niedriger sind, wird also, sofern nicht noch besondere Werbungskräfte mitsprechen, besser abschneiden und wirtschaftlicher arbeiten. Auf diese Werte wird man also die Vergleichsberechnung beziehen müssen.

Für den elektrischen Betrieb sind heute genügend zuverlässige Erfahrungswerte, die als Unterlagen benützt werden

können, vorhanden, verfügen doch die SBB, wie eine Reihe anderer elektrisch betriebener Bahnen, über recht zuverlässige Statistiken. Herr Reichbahnoberrat Mühl hat hervorgehoben, dass im Gegensatz zu den sichern Rechnungsgrundlagen für den Betrieb auf der Schiene mit grosser Wahrscheinlichkeit zu sagen sei, dass ähnliche Unterlagen für die Nachprüfung der Betriebskosten beim Automobil noch nicht vorliegen. Da lässt sich doch darauf hinweisen, dass wenigstens in der Schweiz die Postverwaltung auf Grund ihres langjährigen Betriebes über zuverlässige Daten verfügen muss, wenigstens soweit die Personenförderung in Frage kommt. Gerade die Post eignet sich aber am besten zu einem Vergleich, weil sie mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit mit vernünftiger Geschwindigkeit fährt. Sie besitzt auch ein zuverlässiges Personal für Betrieb und Unterhalt und verfügt über gut eingerichtete Reparaturwerkstätten, die rationell zu arbeiten vermögen. Auch ist sie genötigt, nach kaufmännischen Grundsätzen zu rechnen, was private Strassentransportunternehmer vielfach nicht tun oder nicht tun können.

Ich bin schon vor längerer Zeit in die Lage gekommen, eine soche Vergleichsrechnung anzustellen, und zwar war für eine elektrifizierte Schmalspurbahn im Gebirge vom Charakter der Rhätischen Bahn zu untersuchen, ob es zur Verdichtung der Reisemöglichkeiten zweckmässiger sei, Triebwagenfahrten auf der Schiene oder solche mit Strassen-Autobussen auf der fast parallel laufenden Landstrasse einzulegen, wobei auf die erwähnten Grundlagen abgestellt wurde. Es ergab sich dabei folgendes:

Das Einlegen zusätzlicher Züge verursacht in bezug auf Gleisunterhalt keine Mehrkosten, sofern es sich nicht um aussergewöhnlich hohe Fahrgeschwindigkeiten handelt und namentlich auch dann nicht, wenn die elektrischen Triebwagen für die Supplementszüge viel leichter sind als die Triebfahrzeuge der normalen Züge. Gerade hier spielt das Gewicht der Triebwagen eine Rolle, während es von den andern Kostenkomponenten nur noch die Kosten für elektrische Energie beeinflusst. Auch die festen Kosten der Strecke und der elektrischen Streckenausrüstung werden nicht vermehrt. Der Vergleich mit der Strassenförderung wird dadurch für die Bahn gerechter; denn auch das Automobil der Postverwaltung braucht für den Strassenunterhalt nicht aufzukommen. Der Privatunternehmer für Strassentransporte wird allerdings behaupten, er bezahle die Strassenunterhaltungskosten durch die Abgaben auf dem Benzin. Aber es ist eine bekannte Tatsache, dass in den wenigsten Staaten die enormen Kosten, die heute die Strassen verschlingen, mit diesen Abgaben voll gedeckt werden können.

Im erwähnten Beispiel wurden für das Einlegen von Zügen rein elektrische Triebwagen mit einer Tara von 27 t bei einem Fassungsvermögen von 48 Personen (wovon 6 auf Notsitzen), also nicht ausgesprochene Leichttriebwagen, angenommen, während für den Strassentransport Autobusse, Typ eidg. Postverwaltung, mit einer Tara von 7 t, in Rechnung gestellt wurde.

Die Jahresleistung pro elektrischen Triebwagen ergab sich auf Grund eines aufgestellten Fahrplanes zu 72 000 km, was als durchaus möglich bezeichnet werden kann, erreichen doch die grossen Lokomotiven der Rhätischen Bahn trotz der auf 50 km/h begrenzten maximalen Fahrgeschwindigkeit und trotz des Umstandes, dass die Bahn keine besonders lange Strecken besitzt, durchschnittlich jährlich 73 300 km und maximal bis zu rd. 80 000 km (Jahresergebnis 1934). Beim Strassenomnibus wurde allerdings die Jahresleistung mit Berücksichtigung dessen, was die Post erreicht, zu 28 000 km in Rechnung gestellt.

Als gesamte zusätzliche Betriebskosten für das Einlegen von Zügen (Fahrpersonal, elektrische Energie, bzw. Brennstoff, Schmiermaterial, Unterhalt, Verzinsung und Einlage in den Erneuerungsfonds, für die Triebfahrzeuge, beim Strassenomnibus auch für Tankanlagen) ergaben sich:

für die Förderung mit elektrischen Schienentriebwagen Fr. —.75 pro Triebwagen-km;
für den Strassentransport » 1.30 pro Autobus-km.

Beim Strassentransport ist also für die vorliegenden Verhältnisse das Einlegen von Reisemöglichkeiten um 74 % teurer. Das Resultat ist gewiss nicht das, was man erwartet hätte und es soll deshalb noch etwas auf den Umstand, welchem dieses für den Strassentransport ungünstige Ergebnis zuzuschreiben ist, eingetreten werden.

Fast bei allen Kostenkomponenten wirkt sich die eben viel geringere Reisegeschwindigkeit beim Strassentransport für diesen ungünstig aus. Es drückt sich dies auch in der grossen Differenz der erwähnten Jahresleistungen der Fahrzeuge aus. So hätte man auch bei der einmännigen Bedienung beider Fahrzeuge, wofür die Bahn sich ihrer qualifizierten Lokomotivführer bedienen muss, die bekanntlich einer besonders gut bezahlten Berufsklasse angehören, annehmen müssen, dass die Bedienungskosten beim Schienentriebwagen höher werden als beim Strassenfahrzeug; aber auch hier hat die geringere kilometrische Jahresleistung des geringer bezahlten Autobusführers annähernd gleiche Ausgaben pro Fahrzeug-km zur Folge. Für Dieselmotor-Betrieb würde der Strassentransport wegen der verringerten Brennstoffkosten etwas besser abschneiden. Die Differenz würde aber das Resultat wenig beeinflussen; denn wenn man auch die Brennstoffkosten ganz vernachlässigen wollte, wäre das Einlegen von Reisemöglichkeiten beim Strassenverkehr immer noch annähernd 60 % teurer als bei der elektrischen Bahn.

Man darf daher füglich behaupten, dass bei unsern schweizerischen Verhältnissen, unter Voraussetzung einer vernünftigen Fahrgeschwindigkeit des Strassenfahrzeuges, wenigstens soweit eine Verdichtung des Verkehrs in Frage kommt, für Personenbeförderung der rein elektrische Schienentriebwagen dem Strassentransport überlegen ist. Selbst wenn man sich auf den Standpunkt stellen wollte, Unterhalt und Bewachung der Bahn sollten ebenfalls dem elektrischen Schienentriebwagen anteilig belastet werden (sie betrugen bei der Rhätischen Bahn im Jahre 1934 32 Rp. pro Zugs-km), wäre man von der Parität noch weit entfernt.

Allerdings ist damit keineswegs erwiesen, dass die elektrische Bahn überhaupt wirtschaftlicher arbeitet als das Strassentransportunternehmen, wo übrigens auch noch der Gütertransport als besonderes Problem hineinspielt. Was die Bahnen im Kampfe um ihre Existenz sehr stark belastet und was bei Betrachtung der totalen Wirtschaftlichkeit mitberücksichtigt werden muss, sind die festen Kosten, die gerade dort eine grosse Rolle spielen, wo, wie bei uns, die Schienenwege bedeutende Kunstbauten aufweisen.

Ganz allgemeine Richtlinien, unter welchen Umständen es ratsam ist, den Bahnbetrieb einzustellen und den Verkehr der Strasse zu überlassen, werden sich daher namentlich in der Schweiz, wo die Verhältnisse sehr variabel sind, kaum aufstellen lassen. Das Problem «Schiene oder Strasse» liegt heute bei uns wo anders, nämlich in der ungezügelten Konkurrenz, die im Transportgewerbe herrscht. Die Privatunternehmer im Strassentransport rechnen nicht und können vielfach gar nicht rechnen. Man wirbt dort lediglich durch Unterbietungen seine Kunden an. Es haben sich hier ganz ungesunde Zustände herausgebildet, begünstigt durch den steigenden Kampf ums Dasein.

Auf diesem Gebiet hat besonders eine Gebirgsbahn recht anschauliche Feststellungen machen können: Etwas entfernt von der Bahnlinie liegen dort verschiedene Ortschaften, die früher die Bahn mit Gütern, auch Stückgütern bediente. Mit dem Aufkommen der Strassentransporte ging der Stückguttransport immer mehr zurück und sank bis auf Null. Um diesen Transport zurückzugewinnen, beschaffte die Bahn selbst ein kleineres Lastautomobil, um im Anschluss an ihre Züge den Haus-zu-Haus-Dienst bewerkstelligen zu können.

Den Automobil-Lastwagen konnte ein ohnehin im Dienst der Bahn befindlicher Wagenführer bedienen, für Remisierung war Platz im Depot und auch die Reparaturen konnte man dort ausführen. Auch eine Tankstelle, die für eine Verschiebelokomotive errichtet worden war, war schon vorhanden, so dass man, um billig transportieren zu können, alle diese Kosten nicht in Rechnung zu setzen brauchte. Man glaubte also eben so billig operieren zu können wie der Strassentransporteur; bald zeigte sich aber, dass man trotz aller dieser Vorteile noch unterboten wurde. Die Erklärung ist nur darin zu finden, dass bei den unmöglichen Offerten, die im Strassentransport gestellt werden, eben gar nicht gerechnet wird.

Wie in andern Kantonen werden auch dort bisweilen verunglückte Existenzen durch ihre Familienangehörigen für die Eröffnung eines solchen Transportunternehmens finanziert. Dass dann solche Leute kaufmännisch ordentlich rechnen können, kann man natürlich nicht erwarten. Dass aber dadurch dem Bahngewerbe, wie Herr Dir. Parodi treffend sagte, durch Abschöpfung des Nidels der Transporte die Existenz untergraben wird, ist sehr beklagenswert. Eine Regelung des Chaos im Transportgewerbe ist darum unaufschiebbar.

Vergleich zwischen rein elektrischen Schienentriebwagen und solchen mit Wärmemotoren.

Schon manche Vergleiche zwischen elektrischer Traktion und Dampfbetrieb wurden gemacht; alle zeigten, wie überlegen dem bisherigen Dampfbetrieb die elektrische Traktion ist. Ich verweise da auch auf meine Publikation «Zehn Jahre voller elektrischer Betrieb der Rhätischen Bahn», erschienen in «Elektrische Bahnen» Januar/März 1934, französisch in «Traction électrique» 1933/34. Es dürfte sich daher hier erübrigen, auf den Vergleich mit Dampftraktion näher einzureten, um so mehr, als die Entwicklung von Triebfahrzeugen mit Wärmemotoren, wenigstens im Ausland, wo man volkswirtschaftlich nicht dermassen für die Elektrizität interessiert ist wie in der Schweiz, hauptsächlich in der Richtung der Dieselmotoren ging.

Es sollen daher noch kurz Triebwagen mit Explosions- oder Verbrennungsmotoren betrachtet werden. Herr Obermaschineningenieur Müller hat erklärt, dass die Traktion mit Verbrennungsmotoren in der Weise in die Betrachtung einbezogen werden müsse, wie wenn sie schon den Grad der Entwicklung und Vollkommenheit erreicht hätte, den sie nach den Erfahrungen mit der Entwicklung anderer technischer Probleme ohne Zweifel einmal erreichen werde. Dies erscheint mir eine äusserst schwierige Aufgabe zu sein; man wird sich wohl damit begnügen müssen, die Sachen so zu betrachten, wie sie nun heute einmal sind. Es soll damit nicht gesagt sein, dass an einer weitern Vervollkommnung speziell der Verbrennungsmotoren gezweifelt werde; aber voraussehen, wie weit diese Entwicklung gehen wird, ist ein Ding der Unmöglichkeit.

Der Schienentriebwagen mit Wärmemotoren weist im Vergleich mit dem Strassenautomobil die gleichen Vorteile auf wie der rein elektrische Schienentriebwagen, erlaubt er doch ebenfalls die volle Ausnützung der hohen Fahrgeschwindigkeiten, die der Schienenweg mit den weitgehend vervollkommneten Sicherheitseinrichtungen gestattet. Um hohe Reisegeschwindigkeiten zu erreichen, die sich, wie wir gesehen haben, wirtschaftlich vorteilhaft auswirken, ist es nötig, die erreichbaren höchsten Beschleunigungen möglichst auszunützen. Schon Herr Müller hat zugegeben, dass mit Rücksicht darauf momentan die elektrische Zugförderung im Vorsprung sei; denn die Heranziehung des gesamten auf den Achsen ruhenden Gewichtes sei mit elektrischem Antrieb am einfachsten und besten durchführbar. Dieser Umstand, ferner die leichtere Regulierung, die grössere Elastizität und das Fernhalten der Schienenstösse vom Dieselmotor hat bei grössern Leistungen von Fahrzeugen mit Dieselmotoren den elektrischen Antrieb fast zur Regel gemacht.

Der Dieseltriebwagen besitzt damit fast alle Vorteile des elektrischen Schienentriebwagens; der Nachteil liegt aber darin, dass gewissermassen noch das elektrische Kraftwerk mitgeführt werden muss. Das wirkt sich besonders dort unangenehm aus, wo die Leistungen erheblich werden, d. h. wo auf beträchtlichen Steigungen noch Anhängegewichte mitgeführt werden müssen, was gerade in unserem Lande vorkommen kann. Man kommt dabei auf fast unmögliche Konstruktionen von Triebwagen mit entsprechend hohen Gestehungskosten, die einen erheblichen Teil der Kosten einer Bahnelektrifizierung aufwiegen.

Der wohl einfachere direkte mechanische Antrieb, der namentlich bei kleinern Leistungen heute in grosser Zahl Verwendung findet, bringt den Nachteil, dass der Verbrennungsmotor eben doch die Wirkung der Schienenstösse zu spüren bekommt und es treten die ähnlichen Schwierigkeiten auf, die beim Automobil zu bekämpfen waren, als man die Luftreifen noch nicht kannte. Wohl hat diese die Firma Michelin mit ihrem Schienentriebwagen mit Luftgummireifen überwunden. Dort dürfte aber der Verbrauch an Gummireifen die Unterhaltungskosten ungünstig beeinflussen.

Hier muss gerade auf einen Umstand verwiesen werden, der in der Diskussion etwas wenig zur Geltung kam, nämlich, dass wir im modernen *Elektro-Traktionsmotor ein unübertroffen robustes Element* besitzen, ganz unabhängig davon, für welche Stromart der Motor gebaut ist. Bei der Rhätischen Bahn waren auf 30 neuere Lokomotivmotoren in 11 Betriebsjahren drei Störungen durch Kurzschlüsse zu verzeichnen (vergleiche die erwähnte Veröffentlichung). Ohne überhaupt Ausbesserungsarbeiten zu erfordern, macht der moderne Elektrotraktionsmotor heute mindestens zehn Jahre Dienst; die einzigen Arbeiten für den Unterhalt während dieser Zeit beschränken sich auf das Reinigen und Abdrehen der Kommutatoren in Abständen von drei Jahren, bei den Hauptrevisionen der Triebfahrzeuge.

Gewiss liegt kein Grund vor, dass der Elektromotor für Triebwagen sich nicht ebenso robust bauen liesse wie der für Lokomotiven, wofür heute die Erfahrungen vorliegen.

Herr Mühl hat erläutert, dass die Unterhaltungskosten für Triebwagen sich nur dann in erträglichen Grenzen halten lassen, wenn die für den planmässigen Dienst erforderlichen Leistungen erheblich unter der Höchstleistung liegen, was bisher nicht bei allen Fahrzeugen beachtet worden sei. Es scheint also, dass man in Deutschland ähnliche Schwierigkeiten hatte wie bei den ältern Triebwagen der SBB. Auch darüber wird man durch Verwendung moderner, selbstventilierter Motoren mit der heute weitgehend verbesserten Wicklungsisolation hinwegkommen.

Es kann da auf eine Erfahrung der Chur-Arosa-Bahn verwiesen werden. Die Bahn hatte früher bei ihren vollständig gekapselten Gleichstrommotoren der Motorwagen häufige Wicklungsdefekte, da die Motoren auf der langen Steigung ständig mit der Stundenleistung belastet wurden. Seit die vollständig geschlossenen Motoren durch selbstventilierte, deren Dauerleistung natürlich näher der Stundenleistung liegt, ersetzt worden sind [1]), kennt man dort keine Motordefekte mehr.

Herr Mühl hat anderseits sehr vorteilhafte Zahlen über Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven vorgebracht; es ist schade, dass er keine solchen über den Unterhalt eines dieselelektrischen Triebwagens anführte, ist doch schon durchgesickert, dass diese Kosten das Mehrfache der Unterhaltungskosten der grössten deutschen elektrischen Schnellzugslokomotiven erreichen.

Was im Bahnbetrieb speziell zur Verdichtung und Beschleunigung der Personenförderung gebraucht wird, ist ein Fahrzeug, das sich auszeichnet durch unbedingte Zuverlässigkeit, leichte Handhabung durch einen Mann, stetige Betriebsbereitschaft, leichte Kombinationsmöglichkeit, um je nach Bedarf verschieden grosse, von einer Stelle aus bedienbare Zugskompositionen zusammensetzen zu können, kleinster Anfall an Reparaturen und kleinste Unterhaltungskosten im ganzen. Dies alles aber wird der elektrische Triebwagen in weitestgehendem Masse erfüllen.

Wer Gelegenheit hatte, neben elektrischen Triebfahrzeugen solche mit Verbrennungsmotoren zu betreuen, weiss, dass eben die zweiten einer besonders sorgfältigen Wartung bedürfen, auf die ein Personal, das mit dem Unterhalt elektrischer Triebfahrzeuge vertraut ist, erst besonders eingearbeitet werden muss. Man hat es ja bei der Eisenbahndirektion Nürnberg zu einem recht befriedigenden Betrieb mit Triebwagen mit Verbrennungsmotoren gebracht, aber offenbar nur dank einer überaus sorgfältigen Betriebspflege, räumte man doch den Triebwagen bei der Dienstplanbildung täglich 4 bis 6 Stunden durchgehende Ruhezeit für kleinere Ausbesserungen und sonstige Betriebspflege ein.

Es liegt das alles etwas in der Natur der Sache; denn der Verbrennungsmotor ist eine ungleich vielteiligere Maschine

[1]) Siehe Aufsatz des Verfassers über Ergänzungen und Verbesserungen an den elektrischen Einrichtungen der Chur-Arosa-Bahn in «Elektrische Bahnen», Januar 1931.

als der Elektromotor. Auch werden in der Fabrikation ungleich höhere Anforderungen in bezug auf Genauigkeit gestellt, arbeitet doch eine gute Automobilreparaturwerkstätte mit Genauigkeiten von 0,02 mm, wenn es sich darum handelt, festzustellen, ob ein Zylinder unrund ist. Für das Feststellen derartiger Masse sind Bahnwerkstätten gewöhnlich gar nicht eingerichtet.

Dem Dieselmotor im besonderen haften gewisse Nachteile an, deren Ueberwindung, wenn sie überhaupt gelingt, noch eine ziemliche Zeitspanne erfordern wird. Die Verwendung des sog. Rohöles, d. h. eines nur einmalig raffinierten Oeles, bringt es vor allem mit sich, dass Verbrennungsölrückstände im Motor abgeschieden werden, was grössere Sorgfalt in der Betriebspflege erfordert, sonst aber stärkere Abnützung zur Folge hat als beim Vergasermotor; auch der üble Geruch der Abgase, der ihm anhaftet, seit der Dieselmotor aufkam (1897), ist eine Folge davon. Ferner sind sicher nachteilig die hohen Einspritzdrücke, mit denen gearbeitet wird, erreichen sie doch 120 bis 140, bei den Renaultmotoren sogar 250 kg/cm². Dass dabei Abdichtungen schwierig werden, ist wohl denkbar. Auch die feinen Einspritzdüsen neigen leicht zu Verstopfungen. Gewiss ist der Dieselmotor wärmewirtschaftlich der weitaus vorteilhafteste Wärmemotor. Viele seiner Nachteile werden behoben sein, wenn es einmal gelingt, ihn als Vergasermotor zu bauen.

Wenn auch der Schienentriebwagen mit Dieselmotor an sich ein sehr wohl geeignetes Mittel wäre, um bei Bahnen durch Einlegen von Zügen vermehrte Reisemöglichkeiten zu beschaffen (auf bereits elektrifizierten Bahnen wird man sich seiner nicht bedienen), so ist doch nach dem oben Gesagten festzustellen, dass er dem elektrischen Schienentriebwagen wirtschaftlich wegen der höhern Kosten für Unterhalt nachstehen muss. Bei nicht elektrifizierten Bahnen aber käme er wohl an erster Stelle in Betracht als Mittel im Wettbewerb mit dem Strassenautomobil, sofern aus volkswirtschaftlichen Gründen gegen die Einfuhr des Brennstoffes aus dem Ausland keine Bedenken bestehen.

Es muss aber hier auch erwähnt werden, dass das Einlegen von Zügen, welcher Betriebsmittel man sich hierzu bediene, und zwar auch mit dem bei einer elektrifizierten Bahn als besonders vorteilhaft erkanntem rein elektrischen Schienentriebwagen, Geld kostet und noch mehr das Auflösen schwererer Züge in kleinere Einheiten, wie das Herr Generaldirektor Etter treffend dargelegt hat. Die Fanatiker der Auflockerung und des Leichtbetriebes haben die Empfehlung ihres Allheilmittels etwas gar zu leicht genommen. Sie haben dabei aber zweifellos durch die Vermehrung der Reisemöglichkeiten eine ganz erhebliche Verkehrszunahme und eine Steigerung der Einnahmen für die Bahn erhofft.

Das weitaus schwierigste am ganzen Problem ist nun aber die Abschätzung der durch die Auflockerung erzielbaren höheren Einnahmen. Ausgaben lassen sich auf diesem Gebiete sehr wohl berechnen, wenn statistische Unterlagen da sind; aber bei den Einnahmen ist man auf Schätzung angewiesen, oder man muss es auf einen Versuch ankommen lassen.

Darüber ist man wohl einig, dass grosse Lücken in den Zugsverbindungen dem Automobil stark Wasser auf die Mühle brachten; denn das, worauf Herr Schuler hinwies, dass der Geschäftsmann zu viel Zeit verliere, wenn er an mehreren Orten, die an Nebenlinien gelegen sind, zu tun hat und mit der Bahn seinen Geschäften nachreisen muss, hört man von Geschäftsleuten immer und immer wieder. Nun sind aber die Aussichten für den Erfolg einer Verdichtung des Verkehrs auch in den verschiedenen Landesgegenden sehr verschieden. Sehr wenig reist bei uns der Bauer, und besonders der Gebirgsbauer; wenn er einmal im Jahr nach der ihm nächstgelegenen grössern Stadt fährt, ist das alles. Man könnte ihm noch so viele Verbindungen schaffen, noch so laut die Reklametrommel rühren, er würde nicht mehr reisen; es mag dies ja anderseits auch als gutes Zeichen für die Sparsamkeit unserer Landbevölkerung gedeutet werden. Häufig reisen bei uns die Geschäftsleute und die Bevölkerung in grossen Städten, in Industriezentren und in der Nähe der Fremdenverkehrszentren. Da mag sich die Schaffung vermehrter Reisemöglichkeiten lohnen; man wird aber auch hier schrittweise vorgehen müssen, will man sich nicht in grosse Ausgaben stürzen, die durch Vermehrung der Einnahmen nicht gedeckt werden.

Es muss daher anerkannt werden, dass speziell die SBB auf diesem Gebiete das Möglichste getan haben, was mit Rücksicht auf deren schwierige finanzielle Lage überhaupt verantwortet werden konnte und es ist auch sehr erfreulich, dass man mit dem Ergebnis der Leichtschnellzüge und des Leichttriebwagenverkehrs offenbar zufrieden sein kann.

Immerhin darf auch nicht übersehen werden, dass sich die besprochenen Massnahmen lediglich auf den Personenverkehr beziehen. Beim Güterverkehr liegt, wie bereits erwähnt, das Uebel tiefer. Mit technischen Mitteln allein kann den Bahnunternehmungen nicht aus der Misere geholfen werden. Bei den *Bundesbahnen*, die nun einmal Allgemeingut sind, bleibt dem Staat nichts anderes übrig, als helfend einzugreifen, kann man doch nicht das Volksvermögen zugrunde gehen lassen.

Wohl aber muss gesagt werden, dass der Bau vieler heute unrentabler *Privatbahnlinien* in manchen Landesteilen entgegen den Mahnungen einsichtiger Leute erzwängt wurde, und es mag unangenehm berühren, wenn jetzt, wo es schlecht geht, kurzerhand die Hilfe des Bundes als etwas Selbstverständliches angerufen wird. Aber kann man diese Werte, die nun einmal geschaffen sind, einfach verkommen lassen, würde nicht unsere ganze Volkswirtschaft darunter leiden? Man vergegenwärtige sich nur, welchen Einfluss ein sich noch weiter hinziehender schlechter Geschäftsgang auf diese Unternehmen haben muss: In diesen Zeiten des allgemeinen Misserfolges besteht die Gefahr, dass Nichtfachleute massgebenden Einfluss auf die Leitung dieser Unternehmen gewinnen. Wegen des Mangels an finanziellen Mitteln muss dann die Sparschraube angezogen werden, ohne Rücksicht auf die Folgen. Auf die Mitwirkung von Fachleuten, Ingenieuren, welche als teure Kräfte angesehen werden und die ohnehin im Rufe stehen, nicht sparen zu können — obgleich ihre ganze Schulung darauf hinausläuft —, wird man verzichten, um wenigstens auf dem Papier Ersparnisse auszuweisen. Gerade für den Ingenieur ist es aber bei einem solchen Unternehmen die vornehmste Aufgabe, bei der Verwaltung seiner Bahn immer und immer wieder dafür zu wirken, dass die technischen Einrichtungen richtig unterhalten und auf der Höhe des Standes der Entwicklung der Technik erhalten werden. Ohne die Mitwirkung von Fachleuten, lediglich unter dem Druck der Sparschraube, wird aber der Betrieb mit der Entwicklung der Technik nicht mehr Schritt halten. Stillstand bedeutet aber Rückschritt, das gilt hier in ganz besonderem Masse. Wenn die Schweiz bisher eine Reihe von Privatbahnen besass, die hinsichtlich ihres technischen Apparates im Ausland als mustergültig angesehen waren und damit das vornehmste Werbemittel für unsern Fremdenverkehr bildeten, so würde das bald nicht mehr zutreffen. Abgesehen davon, dass die Betriebssicherheit der Bahnen darunter leiden würde, hätte das Verkommen ihrer Anlagen einen weitern Rückgang des Zustromes von Gästen nach der Schweiz zur Folge und damit wäre die Fremdenindustrie in erster Linie die Leidtragende.

Will man aber dem entgegensteuern und allen Schweizerbahnen helfen, um sie wieder auf eigene Füsse zu stellen, so gibt es nur eines und das ist eine *gesetzliche Regelung des Güterverkehrs auf Schiene und Strasse.* Gerade hier sollten aber unsere Fachvereine (SEV, VSE, SIA und STV), die sich bei unserm gesund denkenden Volk eines bessern Rufes erfreuen als politische Parteien, mit vereinten Kräften wirken, um das Volk aufzuklären; es geht um das gewaltige Vermögen, das in unsern Bahnen steckt.