

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

89. Jahrgang

15. November 1934

Heft 22

Verkehrswissenschaftliche Tagung im „Haus der Technik“ Essen vom 11. bis 13. Oktober 1934.

Das deutsche Verkehrswesen unter der Neuordnung.

Wenn, wie bei der Eröffnung der Veranstaltung mitgeteilt wurde, die „Verkehrswissenschaftliche Tagung des Hauses der Technik“ eigentlich schon vor einigen Jahren hätte stattfinden sollen, aber damals an der Ungunst der Verhältnisse gescheitert ist, so ist das bestimmt insofern als ein Vorteil anzusehen, als die Beratungen jetzt unter einer geistigen Gesamteinstellung stattfinden konnten, die der Lösung der Aufgabe die in dem volkswirtschaftlich richtigen Einsatz der verschiedenen Verkehrsmittel gesehen werden muß, günstiger ist als es damals der Fall gewesen wäre. Der Grund liegt — hier mögen Worte aus der Einleitung zur Vortragsfolge angeführt werden — darin, daß „mit dem Durchbruch des Nationalsozialismus zur tragenden und gestaltenden Staatsidee die Hervorkehrung der gemeinnützigen Arbeit und des Gemeinschaftsgedankens als die bisher fehlenden Wegweiser für eine organisch zu ordnende, alle Kräfte zusammenfassende Verkehrswirtschaft getreten sind“. Wenn an Stelle des Kampfes der verschiedenen Verkehrsmittel gegeneinander — es sei nur an den Gegensatz zwischen Eisenbahn und Kraftwagen erinnert — die organische Eingliederung eines jeden Verkehrsmittels an die ihm zukommende Stelle treten soll, so kann auf derartigen Tagungen in offener Aussprache das unbedingt nötige Verständnis für die Aufgaben und das Betätigungsfeld der „Andern“ unter dem neuen Leitgedanken vermittelt und die Auseinandersetzung aus der Ebene des Kampfes in die eines unbedingt erforderlichen sachlichen, alle fördernden Wettbewerbs gehoben werden. Denn ohne Wettstreit kein Fortschritt. Es kann schon vorweg gesagt werden, daß die Tagung durchaus im Zeichen dieser geistigen Einstellung gestanden hat und daß wohl alle Beteiligten bei aller Wertschätzung des von ihnen vertretenen Verkehrsmittels doch bereit waren, auch die Vorzüge und den Lebensraum der anderen anzuerkennen.

Eröffnet wurde die Tagung am 11. Oktober mit einem Vorabend im großen Rahmen durch den Vorsitzenden des „Hauses der Technik“, Oberbürgermeister Dr. Reismann-Grone, Essen. Schon in seiner Begrüßungsrede klangen bald die brennenden Fragen des Verkehrswesens im Ruhrgebiet an. Essen ist auch als Ort der Tagung gut gewählt, weil im Ruhrgebiet, wo die Fragen der Bewältigung und Ordnung des Verkehrs sich schon früh aufdrängten, in der Ausgestaltung und Verbesserung des Verkehrswesens schon erhebliche Vorarbeit geleistet worden ist. Durch die Arbeiten des kürzlich verstorbenen großen Städtebauers Robert Schmidt und des von ihm ins Leben gerufenen Ruhr-Siedlungs-Verbandes sind die Grundlagen für eine Verkehrspolitik im größeren Rahmen unter Ausschaltung der durch Grenzen aller Art bedingten Schwierigkeiten geschaffen worden. Aber trotz dieser Arbeit fehlt es selbst im Ruhrgebiet noch vielfach an zweckmäßig angelegten Verkehrswegen und auch das Zusammenarbeiten der Verkehrsmittel läßt wohl noch zu wünschen übrig. Nach Ansicht Dr. Reismann-Grones kann der Ruhr-Siedlungs-Verband als Vorbild dienen für die verwaltungsmäßige Behandlung von Verkehrsfragen. Er sieht in der für die Durchführung der Reichsautobahnen geschaffenen Generalinspektion sozusagen den Siedlungsverband für das ganze Reich, in dem

nach großen einheitlichen Gesichtspunkten das Netz für den Großverkehr geschaffen wird. Siedlungsverbände kleineren Umfanges mit ähnlichen Aufgaben wie der Ruhrsiedlungsverband hält Dr. Reismann-Grone, der sich seit Jahrzehnten mit den Verkehrsfragen des Ruhrgebietes beschäftigt hat, gegeben für Gebiete mit verhältnismäßig geschlossener Wirtschaft, wie etwa das Rhein-Main-Gebiet, Groß-Berlin oder das Land Württemberg, um einige Beispiele zu nennen. Mit der Schilderung der Führung der Reichsautobahnen durch das Ruhrgebiet und der Pläne, die die Stadt Essen ausgearbeitet hat um den Anschluß an diese Autobahnen zu finden, leitete die Begrüßungsansprache über zu dem Vortrag des Generalinspektors für das Deutsche Straßenwesen Berlin, Dr. Ing. Todt,

„Die Deutschen Reichsautobahnen“.

Nach einer Schilderung der Entstehung und Entwicklung des Gedankens der Reichsautobahnen, deren Bau wenige Tage nach dem Antritt der Nationalen Regierung eingeleitet und durch eine „verjüngte Gesetzgebung“, in der „der Wille des Führers Gesetz wird“, mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit in die Tat umgesetzt worden ist, so daß zur Zeit bereits 51 Baustellen im Gang sind und, um nur eine Zahl zu nennen, bereits bis Ende dieses Jahres rund 250 000 Volksgenossen direkt oder indirekt durch das begonnene Werk Beschäftigung gefunden haben werden, legte der Vortragende die Aufgaben und den Zweck der Reichsautobahnen dar. Eine davon, nämlich die der Arbeitsbeschaffung, ist bereits gestreift worden, wobei noch darauf hingewiesen werden soll, daß nach dem Willen des Vortragenden und Leiters der Reichsautobahnen bei der Durchführung dieser Bauaufgaben auch besonderer Wert auf die richtige Handhabung der im „Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit“ für das Verhältnis zwischen dem Leiter des Betriebes und der Gefolgschaft gegebenen Richtlinien gelegt wird. Die übrigen Aufgaben sind teils materieller teils ideeller Natur. Unter dem ersten sind zunächst solche des Straßenbaues zu erwähnen. Hierbei ging der Vortragende auf die Gründe für den Ausbau der Reichsautobahnen ein, die darin zu sehen sind, daß durchgehende den Möglichkeiten des Kraftwagens entsprechende Straßen nicht vorhanden waren. Das bisherige Straßennetz sei durchweg zu schmal, ferner zu wechselnd sowohl in seiner Breite, als auch in der Straßenbefestigung. Starke Krümmungen und Hindernisse verschiedenster Art beeinträchtigen die Fahrt. Die Erfahrungen, die bei der 2000 km-Fahrt gemacht worden sind, bei der bewußt alle übrigen Hindernisse ausgeschaltet waren, haben bewiesen, daß der Straßenzustand für den sehr starken Abfall der Wagen während der Fahrt trotz mäßiger Bedingungen verantwortlich zu machen ist. Die Gründe für diesen Zustand liegen in der Gebietszersplitterung der früheren Zeit, allerdings fehlte auch, weil größere Geschwindigkeiten auf der Straße nicht möglich waren, der Antrieb bessere Straßen zu bauen. Für die bestimmt zu erwartende Steigerung des Kraftwagenverkehrs — jetzt fällt etwa in Deutschland auf 70 Einwohner ein Kraftwagen — müssen geeignete Straßen geschaffen werden. Von den in Frage kommenden Wegen: behelfsmäßige Verbesserung vorhandener Straßen, in die in der vergangenen Zeit ganz erhebliche Mittel — der Vortragende nannte die Summe von 3,5 Milliarden Reichsmark — hereingesteckt worden ist, oder

Anlage ganz neuer Straßen, wählte der Führer den letzteren. Auf diese Weise kommt ein Netz und eine Form der Autobahnen zustande, wie sie nur durch einen einheitlichen Willen in die Tat umgesetzt werden kann. Deutschland wird von großen Reichskraftwagenstraßen durchzogen, die z. T. alten Verkehrswegen und früheren Planungen folgen, die aber bei der politischen Zersplitterung der vergangenen Zeiten nicht zur Durchführung kamen, ebenso wenig wie der Plan eines einheitlichen Eisenbahnnetzes, den List im vorigen Jahrhundert aufstellte. An Stelle des bisher vorhandenen Vorsprungs des Kraftwagens vor der Straße tritt der Vorsprung der Straße vor den Kraftwagen. Auf Einzelheiten, die an Hand zahlreicher Lichtbilder erläutert wurden, braucht nicht eingegangen zu werden, weil sie aus anderen Veröffentlichungen bekannt sind.

Eine weitere Aufgabe der Reichsautobahnen liegt auf verkehrspolitischem Gebiet. Hier sollen die Vorzüge des Kraftwagens als Verkehrsmittel ihre wirtschaftliche Auswirkung erfahren und zwar auch auf dem Gebiet des Güterverkehrs. Sie sind zu sehen einmal in dem durch den Kraftwagen in weitestem Umfang möglichen Haus-Haus-Verkehr, bei dem der ganze Verkehrsvorgang sich in einem Zuge abspielt und zwar auch für kleinere Mengen, was in der Zeit des Kapitalschwundes und Einschränkung der Vorratswirtschaft von besonderer Bedeutung ist. Bei dieser Gelegenheit wurde auch die Frage der Abwanderung des Verkehrs von der Eisenbahn auf den Kraftwagen gestreift. Beide haben bestimmte Aufgaben. Die Frage dürfe in Zukunft nicht lauten: Kraftwagen oder Eisenbahn, sondern: wann Kraftwagen und wann Eisenbahn. Der Kampf zwischen beiden Verkehrsmitteln sei zu Ende, wir stünden vor der planmäßigen Eingliederung des Kraftwagens in das Verkehrswesen. Wie diese Eingliederung erfolgen soll wurde nicht im einzelnen erörtert. Der Vortragende neigte aber zu der Ansicht, daß neben dem Kraftwageneinsatz der Reichsbahn auch für den gewerblichen Kraftwagenverkehr Platz vorhanden sei. Zu berücksichtigen sei, daß der Stückgutverkehr schon weitgehend und der qualifizierte Stückgutverkehr schon fast ganz auf den Kraftwagen übergegangen sei, was nach Ansicht des Vortragenden nicht als Nachteil für die Eisenbahnen anzusehen sei, weil hierdurch die Strecken für den geplanten Schnellverkehr frei gemacht würden. Endlich wurde noch auf die große Flächenwirkung des Kraftwagens, die sich in der Erschließung des flachen Landes geltend machen wird und die dadurch bedingte Verkehrssteigerung hingewiesen.

Auch der Straßenbau erhält durch die Autobahnen einen neuen Antrieb durch Verbesserung der Straßendecken, die nach Erfahrungen auf ausländischen Autobahnen eine wesentliche Steigerung der Gesamtleistung und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Kraftwagen zur Folge haben wird. Aus der durch die Reichsautobahnen geförderten Motorisierung des Verkehrswesens wird endlich die Kraftfahrzeugindustrie erhebliche Vorteile ziehen, die der Volksgemeinschaft dadurch zugute kommen wird, daß sich der Anteil der in diesem Industriezweig beschäftigten Volksgenossen hebt. Während in Deutschland bisher 2,8% vom Kraftwagen leben, sind es in Amerika bereits 10%. Die deutsche Wirtschaft erhält hierbei auch einen neuen Antrieb dadurch, daß der Treibstoffbedarf steigt und damit nach Lage der Dinge die Notwendigkeit eintritt, in gesteigertem Maß für die Erzeugung geeigneter Treibstoffe aus inländischen Rohstoffen zu sorgen.

Auf der ideellen Seite sei neben der Eingliederung von Volksgenossen in die Arbeit darauf hinzuweisen, daß die Schaffung der Reichsautobahnen bereits wesentliche Anerkennung im Ausland gefunden habe, besonders seitdem der internationale Straßenkongreß in diesem Jahre in München getagt habe und Gelegenheit gewesen sei, den Ausländern sowohl die

Ausstellung „Die Straße“ in München, als auch Baustellen der Reichsautobahnen vorzuführen. Aus Zeitungsberichten sei zu ersehen, daß die ursprünglich kühle und mißtrauische Einstellung einer lebhaften Anerkennung gewichen sei.

Der Vortragende schloß seine Ausführungen mit dem Hinweis darauf, daß es gelte in den Reichsautobahnen Straßen zu schaffen, die geeignet seien, ihrem Schöpfer, dem Führer des Deutschen Volkes, Ehre zu machen.

Diesen Leitgedanken griff der Beigeordnete für das Verkehrswesen der Stadt Essen, Dillgardt, auf in seinem Schlußwort, indem er dem Führer für sein großzügiges Wirken dankte. Mit einem dreifachen Siegel auf den Führer des Reiches, dem Deutschland- und dem Horst-Wessel-Lied schloß der Eröffnungsabend.

Am 12. Oktober begannen die Beratungen im engeren Kreis. Der erste Tag war den Großverkehrsmitteln gewidmet, während am zweiten Tag die Verkehrsmittel des Nah- und Ortsverkehrs behandelt wurden.

An Stelle des dienstlich verhinderten Direktors der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Dr. Ing. E. h. Leibbrand, sprach Reichsbahndirektor Dr. Ing. Baumann, Berlin, über: „Die Eisenbahn in der neuzeitlichen Verkehrsentwicklung“.

Die Zusammenarbeit der Verkehrsmittel faßt der Vortragende so auf, daß jedem die Aufgaben zuzuteilen seien, die seiner technischen Eigenschaft am besten entsprechen. Nach dem Anteil der Reichsbahn am Verkehrsumfang, der rund 85% des gesamten Personenverkehrs und rund 72% des Güterverkehrs beträgt, wird die Reichsbahn auch bei weiterer Entwicklung des Kraftwagenverkehrs infolge Schaffung der Reichsautobahnen immer einen gewaltigen Anteil behalten und das Rückgrat der gesamten Verkehrsabwicklung bleiben, und zwar besonders für den Massenverkehr. Hierbei ist auch auf die volkswirtschaftliche Bedeutung: Kapitalanlage des Deutschen Volkes 27 Milliarden, Personalbeschäftigung mit rund 600 000 Köpfen, mit Angehörigen $\frac{1}{20}$ des gesamten Volkes und Industriebeschäftigung (Aufträge), der Reichsbahn hinzuweisen. Der Schwerpunkt in wirtschaftlicher Hinsicht liegt im Güterverkehr, und zwar sowohl im Fern- als auch im Nahverkehr. Diese Verkehrsart bringt $\frac{2}{3}$ der Einnahmen bei $\frac{3}{5}$ der Ausgaben und regelt im großen die Finanzwirtschaft des Unternehmens. Während der Güterverkehr auf große Entfernungen zufriedenstellend abgewickelt wird — die Verkürzung der Beförderungszeit beträgt rund 40% der früheren — ist der Nahverkehr auch heute noch weniger befriedigend. Man ist bestrebt die Nahgüterzüge insbesondere dadurch zu beschleunigen, daß die Aufenthalte abgekürzt werden. Zur Durchführung der Rangierarbeiten werden an geeigneten Stellen wirtschaftlich arbeitende Kleinlokomotiven eingesetzt, mit dem Erfolg, daß in einem Versuchsbezirk eine fühlbare Beschleunigung des Nahgüterumlaufs zahlenmäßig nachgewiesen werden konnte. Es ist beabsichtigt, die Zahl der einzusetzenden Kleinlokomotiven zu steigern bis auf 1100, entsprechend der Zahl der geeigneten Bahnhöfe. Für kleinere Verhältnisse sind Wagenschieber in Form von Schubkarren mit einer Leistung von 6 PS konstruiert worden, die der Vortragende im Bilde vorführte, mit denen auch gute Erfolge erzielt worden sind. Auch der Förderung des Haus-Haus-Verkehrs, den der Kraftwagen als besonderen Vorzug buchen kann, hat die Reichsbahn ihre Aufmerksamkeit zugewendet. Neben den Gleisanschlüssen, die für den Großverkehr bereits Haus-Haus-Verkehr darstellen, wird durch Behälter verschiedenster Form eine Abwicklung des Verkehrs erreicht, die dem Haus-Haus-Verkehr sehr nahe kommt. Der Behälterverkehr größten Ausmaßes ohne Anschlußgleis wird neuerdings durch eine Einrichtung vermittelt, die als fahrbares Anschlußgleis bezeichnet wird und mit der es möglich ist, ganze Eisenbahnwagen über die Straße in den

Fabrikhof des Empfängers zu befördern. Die Fahrzeuge sind so wendig, daß sie auch durch enge Straßen geführt werden können. Sie dienen auch dazu, schwere Lasten über Land zu befördern, wozu bisher umständliche Maßnahmen erforderlich waren. Daß die Reichsbahn auch im großen Umfang Kraftwagen zur Abwicklung des Güterverkehrs eingesetzt hat, ist bekannt. Die Anzahl der Kraftzugkilometer ist bereits auf die Hälfte der Nahgüterzugkilometer gestiegen.

Auf dem Gebiet des Personenverkehrs werden die Eisenbahnen auch in der Zukunft unter allen Umständen den Massenverkehr behalten. Sie sind aus diesen und anderen Gründen gezwungen, die gesamten Einrichtungen zur Bewältigung dieses Verkehrs zu behalten und weiter zu pflegen, wobei sie auch die Aufgabe haben, die Wünsche aller zu berücksichtigen. Bedeutende Fortschritte sind im Schnellverkehr auf der Schiene gemacht worden. Die Abstände, die gegenüber manchen ausländischen Bahnen durch die Ungunst der Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse eingetreten waren, sind aufgeholt und übertroffen. Der „Fliegende Hamburger“ ist z. Z. der schnellste Zug (Triebwagen) der Welt. Auch die von Lokomotiven beförderten Schnell- und Eilzüge sind in den letzten Jahren wesentlich beschleunigt worden.

Durch Verbesserung der Strecken und des Oberbaues (30 m Schienen) wird in kurzer Zeit ein Netz hergestellt sein, auf dem Schnelltriebwagen verkehren werden, wobei als Ziel gesetzt ist, daß man von den wichtigeren Provinzstädten an einem Tage nach Berlin und zurück fahren kann und dabei in Berlin einige Stunden zur Erledigung von Geschäften übrig bleiben. Ein Teil dieser Strecke soll bereits im Jahre 1935 in Betrieb genommen werden.

Auch die Personenzüge sollen beschleunigt, ferner häufigere Reisemöglichkeiten geschaffen werden. In Verfolg dieses Gedankens werden im Laufe der Zeit die jetzigen Personenzüge, soweit sie nicht Massenverkehr (Arbeiterverkehr, Berufsverkehr) dienen, durch Triebwagen ersetzt, die häufig, nach Möglichkeit im starren Fahrplan verkehren. Das erste auf diese Verkehrsform umzustellende Gebiet wird das Ruhrgebiet mit Ausstrahlungen zum Rhein hin sein. Erwähnt sei noch, daß neben der Beschleunigung der Schnell- und Eilzüge auch eine Steigerung der Geschwindigkeiten auf Nebenbahnen eingesetzt hat, bei der bereits erhebliche Erfolge erzielt sind.

Über die Entwicklungsmöglichkeiten der Betriebsmittel der Deutschen Reichsbahn zur Erfüllung neuzeitlicher Verkehrsansprüche sprach Reichsbahndirektionspräsident Bergmann, Essen*).

Er behandelte in großen Zügen an Hand von zahlreichen Lichtbildern die bisherige Entwicklung des Güterwagens, des Personenwagens, der Dampflokomotive, der elektrischen Lokomotive, des elektrischen Oberleitungstriebwagens, des Verbrennungstriebwagens, des Dampftriebwagens und der Bremsen. Eingehend wurde die jetzt erreichte Entwicklungsstufe gewürdigt und im Anschluß daran dargelegt, mit welcher Entwicklung für die nächste Zeit zu rechnen ist.

Beim Güterwagen wurde besonders der Großgüterwagen, der Kübelwagen und das Eisenbahnstraßenfahrzeug, das dem Haus-Haus-Verkehr mit Eisenbahnwagen dient, das Straßenkippfahrzeug, das hierhergehörige Abstellgleis, erläutert.

Beim Personenwagenbau fanden die Bestrebungen des Leichtbaues in Stahlkonstruktion und die Verwendung von Leichtmetallen eingehende Behandlung. Besonders wurde erläutert, daß auch beim Leichtbau die Betriebssicherheit durch Beibehaltung der Rahmenkonstruktion voll gewahrt werde.

Bei den Dampflokomotiven wurde klar nebeneinander gestellt, wie sich der Lokomotivbau in bezug auf die Schnell-

fahrlokomotiven entwickelt und wie sich weiterhin auch die Lokomotiven entwickeln werden, die bei Steigerung der Geschwindigkeit die Beförderung großer Lasten auch unter schwierigen Geländebedingungen ermöglichen.

Es wurden besonders die Fortschritte gewürdigt, die hinsichtlich der Minderung des Kohlenverbrauchs, bezogen auf die Zughakenleistung wie auch auf die indizierte Leistung, gemacht wurden.

Es wurde die 2 C 2-windschnittig gebaute Schleppenderlokomotive für 170 km/h Höchstgeschwindigkeit, die ebenfalls windschnittig gebaute 2 D 2-Schnellzuglokomotive für 135 km/h Höchstgeschwindigkeit und die 1 E 1-Güterzuglokomotive für 90 km/h Höchstgeschwindigkeit im Bilde vorgeführt. Bei der letzteren ist besonders interessant, daß sie bei 80 km Geschwindigkeit noch 1500 t in der Ebene befördern kann.

Daneben wurde als Gegenstück die 1 B 1-Tenderlokomotive als Vertreterin der Lokomotiven gewürdigt, die kleine Lasten schnell und besonders wirtschaftlich zu befördern in der Lage ist.

Zur Frage der Schnellzuglokomotiven wurde die aerodynamische Untersuchung zur Herabminderung des Luftwiderstandes geschildert und dabei an Bildern gleichzeitig vor Augen geführt, welche Nachteile durch Wirbelung zwischen unausgeglichene Fahrzeugen entstehen.

Eingehende Schilderung fanden dann die Bauformen der elektrischen Lokomotiven. Es wurde gezeigt, wie neben der Leistungs- und Geschwindigkeitssteigerung eine erhebliche Verminderung der Unterhaltungskosten durch den Einzelachsantrieb der elektrischen Lokomotive erzielt wurde.

Vor- und Nachteile des elektrischen Betriebs gegenüber dem Dampfbetrieb wurden auf Grund der eingehenden Untersuchungen der Wirtschaftlichkeit elektrischer Betriebe klar herausgestellt.

Die besondere Überlegenheit des elektrischen Oberleitungstriebwagens hinsichtlich seines hohen Beschleunigungsvermögens wurde geschildert. Es wurde hierzu auf den zur Klärung der möglichen Beschleunigung besonders gebauten Beschleunigungstriebwagen eingegangen.

Bei den Triebwagen mit eigener Kraftquelle wurde der Dampfantrieb, der Schwerölantrieb, der Gasantrieb behandelt, die Frage der Getriebe technisch beleuchtet und auf die Bauformen eingegangen, die die Reichsbahn ihren im Bau befindlichen 160 km-Triebwagen zugrunde gelegt hat.

Die mit der Geschwindigkeitserhöhung im engsten Zusammenhang stehende Frage der Verbesserung der Bremse bildete den Schluß der Betrachtung.

Der Vortrag ließ deutlich erkennen, wie die Reichsbahn mit Erfolg bestrebt ist, immer weiter erster Schrittmacher in der Entwicklung von Eisenbahnfahrzeugen zu bleiben.

Den Teilnehmern der Tagung wurde dann Gelegenheit gegeben, den neuesten dieselektrischen 410 PS-Triebwagen mit angehängtem Steuerwagen im Betriebe kennenzulernen, wobei gleichzeitig einigen Teilnehmern Gelegenheit zur Besichtigung von Eisenbahnanlagen in Duisburg und Oberhausen gegeben wurde.

Über Wirtschaft und Binnenschiffahrt berichtet Dr. phil. H. Welker, Generaldirektor der Firma Franz Haniel & Co., G.m.b.H., Duisburg. Bei der Vielgestaltigkeit der Bedürfnisse des Verkehrs wird auch die Binnenschiffahrt immer ihre Bedeutung behalten. Das zeigt, wie der Vortragende ausführte, auch die geschichtliche Entwicklung insbesondere der künstlichen Wasserstraßen, wobei sich im ganzen ergeben habe, daß die Wasserstraße ihre Bedeutung behalten hat, daß sie auch nach einem Rückgang, der durch das Einsetzen des Eisenbahnverkehrs bedingt war, ihre Stellung wieder aufgeholt hat und im großen und ganzen ihren Umfang mit $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ des Gesamtverkehrs behaupten konnte.

*) Der Bericht über diesen Vortrag stammt von Herrn Direktor Gaedicke der RBD Essen.

Der Vortragende wies auf die bekannte Vorteile des Schiffverkehrs hin, die insbesondere auf den natürlichen Strömen und Flüssen, die als Geschenk von Natur anzusehen sind, in Erscheinung treten. Hierbei ist der Weg billig und die Bewegung billig. Die geringen Selbstkosten ermöglichen niedrige Frachten, wodurch ein wohltuender Einfluß auf die Tarifpolitik der übrigen Verkehrsmittel ausgeübt würde. Es geht so weit, daß gewisse Güter nur auf dem Wasserweg austauschbar sind. Auch der Umschlag, insbesondere von Schiff zu Schiff, ist verhältnismäßig einfach. Die Anlagen hierzu sind im Laufe der Zeit wesentlich verbessert worden. Die langsame Beförderung der Güter ist unter Umständen erwünscht für Güter die Zeit haben und für solche, bei denen das Schiffsgefäß als vorübergehendes Lager dient. Hierzu sind Kohlen und Getreide zu rechnen, die unter Umständen noch während der Fahrt gehandelt werden. Ein Vorteil liegt endlich noch darin, daß die Fahrt auf den Wasserstraßen weniger Erschütterungen hervorruft als die Landbeförderung, was für gewisse Güter von Bedeutung ist. Im ganzen ist die Schifffahrt durch ihre geringen Selbstkosten in der Lage, sich an die wirtschaftlichen Verhältnisse stark anzupassen. Das vielfach von kleinen Unternehmern (Eigenschiffer) betriebene Gewerbe bringt es mit sich, daß in Zeiten des wirtschaftlichen Rückganges die Tarife an die Selbstkosten herangebracht werden können. Der Vortragende erläuterte dann den Einfluß der Wasserstraße und ihres Ausbaues auf die Industrieentwicklung, insbesondere im Ruhrgebiet, wo ein Aufschwung des Kohlenbergbaues erst eintrat, nachdem durch die Kanalisierung der Ruhr unter Friedrich dem Großen die bisherigen Hemmungen weggefallen waren. Auch im Ruhrgebiet sind Verlagerungen des Verkehrs beim Aufkommen der Eisenbahn eingetreten. Der Anteil der Wasserstraßen, der auf 11% des Gesamtabsatzes heruntergegangen war, beträgt z. Z. wieder 30%. Die Bedeutung der Wasserstraße geht aber noch über ihre Aufgabe als Verkehrsmittel hinaus. Sie begünstigt die Auflockerung der Industrie und hat schon zu großen Standortverlagerungen geführt. Erwähnt wurde hierbei der Teltow-Kanal bei Berlin und die Entwicklung der Mannheimer Industrie am Endpunkt des für Großschifffahrt befahrbaren Rheinstroms. Auch für Seehäfen ist von großer Bedeutung, wenn sie an der Mündung eines leistungsfähigen Binnenwassers liegen. Als Vergleich wurde Rotterdam und Hamburg erwähnt. Durch die ungünstigen Wasserverhältnisse der Elbe hat der Hamburger Hafen stark gelitten, was dazu geführt hat, daß die Regulierung der Elbe in Aussicht genommen worden ist. Wie weit Wasserstraßen den Verkehr bewältigen können, zeigt das Beispiel Rotterdams, daß nur 2% des Umschlags nach dem Innern des Landes mit der Eisenbahn, dagegen 98% auf dem Wasserwege durchführt. Leistungsfähige Binnenwasserstraßen sind auch geeignet, den Export zu fördern, weil sie günstige Möglichkeiten bieten, die Güter an das Seeschiff heranzubringen. Gegen die üblichen Einwände, daß das Kapital, das in Wasserstraßen gesteckt werde, von der Allgemeinheit aufgebracht werden müsse, betont der Vortragende, daß zunächst für Flüsse dieser Aufwand verhältnismäßig gering sei und außerdem anderen Zwecken wie Landeskultur, Wasserkraften, diene, so daß vielfach die Schifffahrtsmöglichkeit als Nebengeschenk in Erscheinung trete. Bei Kanälen seien allerdings die Anlagekosten sehr erheblich, doch dürften hierbei die Dinge nicht nach privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten, sondern müßten staatspolitisch betrachtet werden.

Der Mittellandkanal und der Adolf-Hitler-Kanal in Schlesien sollen neben der Erfüllung ihrer Verkehrsaufgaben auch Landesteile miteinander verbinden. Zum Schluß wurden noch kurz über die Einwendungen gesprochen, die vielfach gegen den internationalen Charakter gewisser Ströme gemacht werden. Es habe übrigens früher Zeiten gegeben, in der der

internationale Verkehr, z. B. auf dem Rhein, gefordert worden sei. Es sei aber auch nicht maßgebend welche Flagge geführt werde, sondern in wessen Hand die Geschäftsführung liege. Hier sei das Verkehrsbedürfnis — geeigneter Schiffsraum usw. — maßgebend. Wenn 56% der Schiffe auf dem Rhein ausländische Flaggen führen, so sage das nichts in bezug auf die Geschäftsführung. Ähnliches gelte auch von der Beurteilung des Hafens Rotterdam der zwar im Ausland liege, in dem aber die deutsche Flagge führend sei.

Über Verkehr und Luftfahrt sprach Dr. Robert Knauß, stellvertretendes Vorstandsmitglied der Deutschen Lufthansa A.G. in Berlin.

Nach einer Schilderung der Entwicklung der deutschen Luftfahrt, die aus dem Kriegserlebnis heraus einen starken Antrieb empfangen und trotz aller Hindernisse und Widerstände der Nachkriegszeit einen stetigen Aufstieg zu verzeichnen und nach dem Antritt der nationalen Regierung einen gewaltigen Auftrieb erfahren hat, beschäftigt sich der Vortragende mit den Aufgaben und Zielen des deutschen Luftverkehrs. Die Lage Deutschlands inmitten des europäischen Festlandes bedinge Einrichtung von schnellen Verbindungen nach allen Richtungen und über die Landesgrenzen hinaus Eingliederung in den internationalen europäischen Luftverkehr. Die Deutsche Lufthansa habe in Verfolg dieses Leitgedankens ein großes Streckennetz entwickelt.

Mit der Verbesserung der Luftverkehrsmittel sei das Zutrauen zum Flugzeug, was die wachsenden Verkehrsziffern bewiesen, ständig gestiegen. Neben dem Personenverkehr habe das Flugzeug auch für Post, Expressverkehr, steigende Bedeutung, die neuerdings zur Einrichtung von Nachtpostflügen auf befeuerten Strecken geführt habe, z. B. von Berlin nach Königsberg und von Berlin nach London. So verläßt die Post um 22 Uhr Berlin, und trifft um 5 Uhr in London ein. Auch für den Luftverkehr sei die Erhöhung der Geschwindigkeit von großer Bedeutung, so daß in konstruktiver Hinsicht Widerstandsverminderung leitender Gesichtspunkt sei. Das habe z. B. zu einziehbaren Fahrgestellen und tunlichster Beseitigung aller Formen geführt, die vermeidbaren Luftwiderstand erzeugen. Die Reisegeschwindigkeit sei bis auf 350 km/h gesteigert. Die Vergrößerung der Sicherheit der Flugzeuge sucht man einmal in der Steigerung der Kraftreserve, Aufteilung der Maschinen, so daß es auch beim Ausfall eines Motors möglich ist, sicher weiter zu fliegen, ferner in der Verbesserung der Navigation, wobei Unabhängigkeit vom Wetter und Flug ohne Bodensicht als Ziel gesetzt sind. Durch Funkpeilung ist es möglich, Ort und Höhe des Flugzeugs ständig zu ermitteln, zu überwachen und damit Start und Landung unter günstigen Verhältnissen durchzuführen.

Ein weiterer Gesichtspunkt sei die Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Erzielung einer größeren Reichweite bei gleichem Gewicht. Die Verwendung von Schwerölmotoren hat mit zufriedenstellenden Ergebnissen eingesetzt. Mit einem besseren thermischen Wirkungsgrad ergibt sich eine größere Reichweite bei gleichem Gewicht und dabei größere Wirtschaftlichkeit unter Verwendung einheimischer Brennstoffe.

Ein eigentliches Weltflugnetz ist z. Z. noch nicht vorhanden, weil die großen Seestrecken über den Atlantischen Ozean und Stillen Ozean fehlen. Deutschland, das keine überseeischen Stützpunkte besitzt und infolgedessen keine natürlichen Grundlagen für den Weltluftverkehr hat, lehnt sich auf diesem Gebiet an die Wirtschaftsströme an, die von Deutschland ins Ausland führen. Hier kommt vor allem Nord- und Südamerika in Frage. Eine Strecke nach Ostasien, die technisch möglich und bereits durchgeführt war, scheitert z. Z. an politischen Gründen. Zur Überbrückung der großen Meeresstrecken wird einmal das Schiff benutzt, wobei die Entfernung

von etwa 1500 km vom Land zum vorausgefahrenen Schiff und vom Schiff zum Zielland durch Katapult-Flugzeuge bewältigt wird, um eine Beschleunigung der Post zu erzielen. Für den Verkehr nach Südamerika sind neuerdings mit gutem Erfolg schwimmende Stützpunkte im südlichen Atlantischen Ozean eingerichtet worden, die es ermöglichen, die Strecke von Berlin nach Rio de Janeiro mit Postflugzeugen in vier bis fünf Tagen zurückzulegen. Im September 1934 hat bereits der 25. Flug stattgefunden. All diese Einrichtungen, die die Deutsche Lufthansa als führendes deutsches Unternehmen geschaffen hat, sichern Deutschland eine führende Stelle auch im Weltluftverkehr.

Der zweite Tag der Tagung begann mit einem Vortrag

„Die Reichsbahn im Nahverkehr“

von Reichsbahndirektionspräsident Dr. Ing. Remy, Köln.

Einleitend behandelte der Vortragende in großen Zügen die Entstehung, Linienführung und Ausstattung des Eisenbahnnetzes, die bedingt waren durch die technischen und weltanschaulichen Grundlagen der Zeit. Hierbei wurden auch die Möglichkeiten zur Beseitigung der Fehler und Unvollkommenheiten der Anlagen erörtert, wobei angedeutet wurde, welche Möglichkeiten für die Eisenbahn gegeben seien, wenn die auf den heute möglichen und bereits zur Gewohnheit gewordenen Geschwindigkeiten aufgebauten Trassierungsgrundlagen angewendet werden.

Zum eigentlichen Vortragsgegenstand wurde zunächst festgestellt, daß Nahverkehr im heutigen Sinne ursprünglich überhaupt nicht vorhanden gewesen ist. So fuhren z. B. die Züge von Berlin bis Potsdam durch und erst wesentlich später wurden an den entstehenden ursprünglich sehr bescheidenen Siedlungen Unterwegs-Haltepunkte eingeschaltet. Dasselbe gilt auch für andere Strecken. In Köln entstanden die Bahnhöfe Köln West und Köln Süd erst beim Umbau der Strecke Köln—Bonn im Anfang dieses Jahrhunderts. Als erste großzügige Einschaltung städtischen Nahverkehrs in das Fernnetz ist die Berliner Stadtbahn anzusehen. Der richtige Gedanke wurde aber nicht weiter verfolgt; er wird erst mit der im Bau befindlichen Nord-Süd-Bahn durch die Reichsbahn wieder aufgegriffen. Im übrigen hat man es dem Reisenden überlassen, wie er die Strecke zu oder zwischen den Fernbahnhöfen überbrückt. Im Laufe der Zeit schoben sich hier die Nahverkehrsmittel (Straßenbahnen, Kraftwagen usw.) ein, mit immer weiteren Steigerungen, so daß man in den Jahren 1926 bis 1929 von einer Inflation der Nahverkehrsmittel sprechen kann. Die Frage: Soll sich die Reichsbahn mit dem Nahverkehr befassen? ist im großen und ganzen dahin zu beantworten, daß der einmal entwickelte Verkehr erhalten werden muß und Möglichkeiten, die sich durch vorhandene Strecken bieten, auszunützen sind. Hierfür sprechen vor allen Dingen volkswirtschaftliche Gründe. Das Schienennetz ist vorhanden und in der Lage, auch den Nahverkehr in wirtschaftlicher Form zu bedienen. Hierbei ist unter Nahverkehr selbstverständlich auch Vorortsverkehr zu verstehen. Die in die Städte eingeführten Fernbahnen bedienen gleichzeitig diesen Verkehr als Mitläuferverkehr. Wie im übrigen Reichsbahnanlagen für den Nahverkehr nutzbar gemacht werden können, muß örtlich geprüft und entschieden werden. Die Verhältnisse sind nicht überall gleich. Welchen Umfang der Nahverkehr hat, wird dadurch beleuchtet, daß 34% der Einnahmen des Personenverkehrs aus dem Nahverkehr stammen und daß in der 50 km-Zone 92% und bis 35 km Entfernung 85% aller Personenzugfahrten auf den Nahverkehr entfallen. Die Einnahmen der Reichsbahn aus dem Nahverkehr stellen sich auf rund 300 Millionen Reichsmark und sind damit eine wichtige wirtschaftliche Grundlage des Unternehmens. Dieser Verkehr wird nach Ansicht des Redners auch der Reichsbahn verbleiben. Das weitere Anwachsen des Kraftwagenverkehrs

wird sich nicht in dem Sinne auswirken, daß die Schiene wesentlich verlieren wird, sondern daß der Mehrverkehr auf den Kraftwagen übergehen wird. Schwierigkeiten sind noch auf dem tariflichen Gebiet zu überwinden. Es müssen Mittel und Wege gefunden werden, hier einen Ausgleich zu finden, zwischen dem Grundsatz, daß die Tarife an sich einheitlich aufgebaut werden müssen und den örtlichen Erfordernissen, die der Nahverkehr mit sich bringt. Bei der Pflege dieses Verkehrs muß sich die Reichsbahn der Entwicklung anpassen. Das Ziel liegt in der Verdichtung des Fahrplans (starrer Fahrplan) und Verkürzung der Fahrzeit (Erhöhung der Geschwindigkeit, bessere Beschleunigung und Abbremsung). Wo Fernverkehr elektrisch betrieben wird, ist auch der Nahverkehr entsprechend umzustellen. Im übrigen sind Triebwagen einzusetzen, wobei aber so vorzugehen ist, daß aus der stetigen Entwicklung dieses neuen Verkehrsmittels möglichst das Beste herauszuholen ist. Im allgemeinen wird man mit den vorhandenen Anlagen auskommen, größere Umbauten kommen nur in Ausnahmefällen in Frage, wie etwa Berlin (Nord-Süd-Bahn), Ruhrgebiet mit Ausstrahlungen nach Köln. Grundsatz muß hierbei sein, daß die ganze Entwicklung wirtschaftlich von der Reichsbahn selbst getragen wird ohne Belastung der Reichsfinanzen. Im ganzen darf die Reichsbahn nicht daran denken zu verzichten, sondern sie muß den Nahverkehr entwickeln, ohne andere Verkehrsmittel zu schädigen. Wichtig ist, daß die Verkehrsmittel richtig eingesetzt werden. Hier ist Raum für planmäßige Zusammenarbeit. Als Beispiel dafür, wie planmäßig die Verkehrsaufgaben richtig verteilt werden können, brachte der Vortragende eine Lösung aus Stockholm, wo der geringe Frühverkehr und Spätverkehr durch Autobusse bewältigt wird, während sich der Verkehr am Tage auf der Bahn abspielt. Man kann so zu einer fahrplanmäßigen und tariflichen Einschaltung des Kraftwagens in den Bahnbetrieb kommen. Unter besonderen Umständen dürfte man auch nicht davor zurückschrecken, den Schienenverkehr ganz aufzugeben, wenn es wirtschaftlich unzweckmäßig sei. Im ganzen warnt der Vortragende vor überstürzten Maßnahmen und bekennt sich zu einer organischen Entwicklung.

Mit den übrigen Nahverkehrsmitteln beschäftigte sich Direktor C. König, Vohwinkel-Wuppertal, in seinem Vortrag

„Die Regelung und Entwicklung des Orts- und Zwischenortsverkehrs durch zeitgemäße Verkehrsmittel“.

Nach Ansicht des Vortragenden ist der Begriff Nahverkehr nicht genügend eindeutig. Man muß vielmehr Ortsverkehr und Zwischenortsverkehr unterscheiden, wobei die Grenze nach oben auf etwa 20 km anzusetzen ist. Die einheitliche Behandlung der einschlägigen Fragen, die unbedingt erforderlich ist, sei gewährleistet, seitdem das Reichsverkehrsministerium als oberste Stelle zuständig sei. Für die Verkehrsaufteilung müsse das vorteilhafteste Verhältnis von Leistung und Aufwand maßgebend sein. Unter Hinweis auf gesetzliche Regelung wurde weiter betont, daß möglichst ein Ertrag für den Träger des Unternehmens gewährleistet sein müsse und in diesem Zusammenhang auf Gemeindefinanzen und städtische Verkehrsunternehmungen hingewiesen. Bezüglich der Abgrenzung des Nahverkehrs gegen die Reichsbahn vertrat der Vortragende den Standpunkt, daß die Reichsbahn größere Aufgaben zu bewältigen habe. Die in diesem Zusammenhang geäußerte Ansicht, daß die Reichsbahn die Absicht habe, nach Umstellung auf Triebwagen den Verkehr vorhandener Nahverkehrsmittel an sich zu ziehen, ist wohl nicht begründet, jedenfalls sind derartige Absichten nicht bekannt geworden, daß Doppelaufwand unter allen Umständen vermieden werden muß.

Die Frage, welches von den verschiedenen Nahverkehrsmitteln das zweckmäßigste sei, ist noch nicht abschließend entschieden. Zur Verfügung stehen schienengebundene und

schienenfreie Verkehrsmittel, die je nach Größe der Stadt in verschiedener Form eingesetzt werden können, von der Untergrund- und Schnellbahn der Großstadt über die Straßenbahn zum Autobus oder Trolleybus. Für die Wahl ist in erster Linie die Dichte der Siedlung in dem zu erschließenden Gebiet maßgebend. Als Anfangsstufe ist der Autobus anzusehen. Auch die Frage, ob Straßenbahn oder Autobus das günstigere ist, ist noch nicht restlos geklärt. Jedenfalls sei die Ansicht, daß die Straßenbahn überholt wäre, zurückzuweisen. Straßenbahnen haben bei größeren Anlagekosten geringere Betriebskosten und größere Leistungsfähigkeit. Das Fassungsvermögen ist durch Verlängerung der Züge ohne stärkere Inanspruchnahme der Straße zu steigern. Autobusse sind dem Trolleybus überlegen, weil sie unabhängig von der Oberleitung und damit freizügig verwendbar sind. Die Beliebtheit der Verkehrsmittel richtet sich in erster Linie nach dem Fahrpreis, der so niedrig gehalten werden muß wie möglich. Es spielen aber auch psychologische Gesichtspunkte eine Rolle. So sei z. B. der Autobus beliebter als die Straßenbahn. Im ganzen müsse, so schloß der Redner seine Ausführungen, grundsätzlich auf eine Einigung der in Frage kommenden Verkehrsmittel über die zweckmäßigste Form der Verkehrsbedienung hingearbeitet werden.

Stadtrat Niemeyer, Frankfurt a. M., behandelte

„Die Bedeutung des Verkehrs für Siedlungs- und Städtebau“

und beschränkte sich mit Rücksicht auf die anderen Vorträge hierbei auf den Kraftwagenverkehr. Durch die Reichsautobahnen und die damit zu erwartende Steigerung des Kraftwagenverkehrs erwachsen den Städten besondere Aufgaben, einmal zur Abwicklung des Innenverkehrs, zum anderen in bezug auf den Anschluß an das neue große Straßennetz. Zur Zeit entfällt in Deutschland auf 70 Einwohner ein Kraftwagen. Der Vortragende ist aber der Ansicht, daß sich die Zahl in fünf Jahren etwa verdoppeln und in acht Jahren verdreifachen wird. Als Höchstgrenze nimmt er einen Kraftwagen auf 20 Einwohner an. Der amerikanische Satz von einem Kraftwagen auf fünf Einwohner, der sich seit Jahren eingestellt und unverändert erhalten hat, dürfte nach Ansicht des Vortragenden in Europa nicht erreicht werden, weil mit gänzlich anderen Verhältnissen zu rechnen ist. Die deutschen Städte müßten sich auf diese Entwicklung einstellen, wenn nicht die in Amerika erlebten Schwierigkeiten auch bei uns eintreten sollen. Dort komme man in der Großstadt zu Fuß schneller vorwärts als mit dem Kraftwagen. Um die richtigen Maßnahmen zu treffen, ist zunächst festzustellen, wie sich der Gesamtverkehr in End- und Durchgangsverkehr aufteilt, ferner, welche Anforderung an die Straße und an Parkplätze gestellt werden. Eine auf Veranlassung des Generalinspektors des deutschen Straßenwesens in einer Reihe von deutschen Städten planmäßig durchgeführte Untersuchung hat ergeben, daß der Endverkehr den Durchgangsverkehr bei weitem überwiegt und hat auch über die übrigen Fragen Klarheit geschaffen, insbesondere auch Anhaltspunkte dafür ergeben, wieviel Straßenfläche für den Verkehr freigemacht werden kann durch Unterbindung des wilden Parkens. Die Aufgabe ist, diesen Anforderungen in wirtschaftlicher Form gerecht zu werden. Wie man sie anfaßt und löst, wurde an Hand einer Reihe von Lichtbildern aus deutschen Großstädten gezeigt. Durch richtige Führung des Verkehrs (Ringverkehr auf Plätzen), den neuzeitlichen Verkehrsverhältnissen angepaßte Aufteilung der Straßenfläche für die einzelnen Verkehrsmittel, Abriegelung von Seitenstraßen und planmäßige Einführung des Seitenverkehrs in die Hauptadern, wobei kleine Umwege als für den Kraftwagen bedeutungslos in Kauf genommen werden müssen, richtige Verteilung der Tankstellen usw. kann unter Umständen auch ohne großen Aufwand eine wesentliche Verbesserung der Verkehrsabwicklung gewährleistet werden. Reicht das nicht aus, so sind Straßendurch-

brüche erforderlich, die zweckmäßig mit Sanierungsmaßnahmen in den Städten verbunden werden. Für Unterstände der Kraftwagen ist planmäßig zu sorgen. Bei neuen Siedlungen ist hierauf ebenso Rücksicht zu nehmen wie bei neu errichteten großen Geschäftsgebäuden (Hochhäuser). Parkplätze sind in geeigneter Form anzulegen. Vielfach sind sie auch auf den Straßen etwa durch Beseitigung von Vorgärten zu schaffen.

Für die Einführung des Verkehrs in die Städte und die Verbindung mit den Reichsautobahnen sind besondere Gesichtspunkte maßgebend. Hierbei neigt man neuerdings dazu, die Straßen tangential an die Siedlung heranzuführen und den Verkehr sobald wie möglich in die Stadt zu leiten, während man früher den Verkehr zunächst in großen Ringstraßen abfing und nur an bestimmten Stellen einführte, was bei z. T. erheblichen Umwegen keine Verringerung der Gefährdung bedeutet. Die Anlagen, die zur Einführung der Verbindungsstraßen in die Reichsautobahnen geplant sind, stellen z. T. außerordentlich verwickelte Gebilde dar. Manche der vorgeführten Lösungen gingen so weit, daß ein Fahrer, der sich geirrt hat und in eine falsche Bahn geraten ist, überhaupt ohne Störung des ganzen Verkehrs nicht mehr herauskommt. M. E. dürfte zu prüfen sein, ob man nicht mit einfachen Mitteln auskommen kann, indem man für den abzweigenden oder einzuführenden Verkehr, der schon wegen der Krümmungen geringere Geschwindigkeiten aufweist, Kreuzungen und Überschneidungen bis zu einem gewissen Umfang, der durch die Verkehrsdichte bestimmt wird, zuläßt. Es sei hier darauf hingewiesen, daß es auch im Eisenbahnwesen eine Zeit gegeben hat, in der z. B. für die Einführung von Strecken in Bahnhöfe sehr weitgehende Anlagen verlangt und ausgeführt wurden, während heutzutage die betrieblichen Erfordernisse maßgebend sind und vielfach zu einfacheren Lösungen geführt haben.

Zum Schluß verwies der Redner noch auf den Einfluß des Kraftwagenverkehrs und der wachsenden Geschwindigkeit auf die städtische Siedlungspolitik. Der frühere Städtebau habe diese Ziele zu spät erkannt. In Zukunft müßten die Fehler gutgemacht werden. Der Kraftwagen ermögliche es, auch in Siedlungen mit größeren Entfernungen von den Großstädten Haltestellen anzulegen.

Den abschließenden Vortrag

„Zusammenarbeit in der Verkehrswirtschaft, besonders im Ruhrgebiet“

hielt Prof. Dr. Ing. Blum, Hannover, wobei er gleichzeitig auch eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Tagung unter Hinweis auf die Ausführungen der einzelnen Redner gab. Blum bekannte sich grundsätzlich zu der Auffassung, daß auch im Verkehrswesen eine gefestigte Theorie die Grundlage der Praxis sein muß und daß Abweichungen von der Theorie nur gestattet seien, wenn sie bewußt und im richtigen Rahmen vorgenommen würden. Bei Behandlung der ganzen Verkehrsfragen müsse man davon ausgehen, daß in der Nachkriegszeit die Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel das Bedürfnis übersteigt. Früher auch noch während des Krieges, war das anders. Sogar die Materialschlachten des Weltkrieges seien z. B. durch die verkehrliche Leistungsfähigkeit in ihrer Wirkung begrenzt worden. Während man früher mit einem stetigen Anwachsen des Verkehrs von 2 bis 3% im Jahre rechnen konnte, ist heute Stillstand und Rückgang eingetreten und zwar auf allen Gebieten, mit Ausnahme des Nahverkehrs. Die Gründe liegen zunächst in der Absatzverminderung der Industrie, deren gewaltiger Aufschwung im kapitalistisch-liberalen Zeitalter in gegenseitiger Befruchtung eine gewaltige Verkehrsentwicklung ermöglicht hatte. Frühere Absatzgebiete sind verloren gegangen weil sie selbst Industrien großgezogen haben (Kriegseinfluß). Der Verkehrsschwund macht sich bemerkbar sowohl im Fernverkehr als auch im Binnenverkehr. Dazu kommt, daß die Verkehrsabwicklung selbst verbessert worden ist durch Er-

höhung der Geschwindigkeit, zu denen die neuen Verkehrsmittel, wie Kraftwagen, Flugzeug und endlich Leitungen verschiedenster Art hinzugekommen sind, deren Behandlung auf der Tagung der Vortragende vermißte. Endlich spielen Rationalisierungsmaßnahmen, Verlagerungen der Industrie zur Herabsetzung der Beförderungskosten eine Rolle.

Als großer volkswirtschaftlicher Gesichtspunkt ergibt sich bei dieser Lage, daß die großen in den sogenannten alten Verkehrsmitteln, wie Eisenbahn und Binnenschifffahrt angelegten Werte, die viele Milliarden Reichsmark betragen, geschont und diese Verkehrsmittel besonders pfleglich behandelt werden müssen. Es wäre falsch, das vorhandene Gute zu vernichten, wenn es für die Allgemeinheit ausgenutzt werden kann. Andererseits kann und darf man der Entwicklung nicht in die Arme fallen. Theoretische Erörterungen in diesem Sinne, die man gelegentlich liest, sind abwegig. Wettbewerb, und damit Entwicklung, muß bleiben. Es ist wohl möglich, aus politischen oder wirtschaftlich zwingenden Gründen die Entwicklung zeitweilig abzubremsen, denn auch die Verkehrsmittel sind nicht Selbstzweck, sondern haben höheren Aufgaben zu dienen (wirtschaftliche, kulturelle, Landesverteidigung, Siedlung). Bei der Frage des Einsatzes der verschiedenen Verkehrsmittel spielen die mehr oder weniger großen Unabhängigkeiten gegenüber den geographischen Verhältnissen eine ausschlaggebende Rolle. Die Verkehrsmittel sind auf diesem Gebiet sehr verschieden (spezifische Eignung). Vom Standpunkt der zu befördernden Menge aus — auch geringe Mengen müssen wirtschaftlich befördert werden — ergibt sich der Begriff der quantitativen Leistungsfähigkeit, für die Güte der Beförderung der der qualitativen.

Grundsätzlich muß jedes Verkehrsmittel auch seine vollen Selbstkosten aus den Einnahmen decken (eigene Wirtschaftlichkeit). Ausnahmen sind nur aus ganz bestimmten Gründen zulässig — Entwicklung neuer Verkehrsmittel, Luftverkehr oder siedlungspolitische Gründe —. Bei der Gruppierung des Verkehrs hält auch Blum eine weitere Unterteilung des Begriffs Nahverkehr für erforderlich und unterscheidet Binnenverkehr, Vorortsverkehr, Nachbarorts- oder Nachbarschaftsverkehr. Da der Nahverkehr mengenmäßig wichtig ist und auch zunächst noch weiter anwächst, bedarf er ganz besonderer Pflege. Hier sind die Verkehrsmittel entsprechend ihrer Fähigkeit einzusetzen, woraus sich von selbst ergibt, daß auch die Reichsbahn diesen Verkehr im Rahmen ihrer Möglichkeiten pflegen muß, wie das in den einschlägigen Vorträgen gezeigt worden sei. Von großer Bedeutung für die Entwicklung des Verkehrs aber auch für die Aufteilung unter die Verkehrsmittel seien endlich die geographischen Grundlagen. Die großen und dicht zusammengeballten Siedlungen der Menschen, die sich nur auf industrieller Grundlage entwickeln können, finden sich nur auf ganz bestimmten geographisch und geologisch günstigen Bändern der Erdoberfläche, die fast durchweg langgestreckt an Gebirgsbändern verlaufen und verhältnismäßig geringe Breiten haben, wie z. B. das Kohlenband, das sich von Lens nach Hannover hinzieht. Während in der Längsrichtung

günstigere Verkehrswege aller Arten leicht möglich und vorhanden sind, ist senkrecht dazu der Verkehr durch die Gebirgsformation meistens erschwert. Das zeigt auch das Teilgebiet dieses Siedlungsbandes, das Ruhrgebiet, mit einer sehr stark entwickelten Ost-West-Achse, die vielseitige Verkehrswege aufweist und einer verhältnismäßig wenig entwickelten Nord-Süd-Richtung. Im großen und ganzen ist aber auch in dieser Richtung bei weitem nicht ein so ausgeprägtes Bedürfnis vorhanden. Es kommt dazu, daß zwei große Nord-Süd-Verkehrslinien an den Rändern des Ruhrgebiets vorbeiführen. Der von Norden aus Richtung Hamburg kommende Verkehrsstrom wird in die Ost-West-Richtung abgebogen und mündet in das Verkehrsband des Rheinstroms mit dem größten Verkehr der ganzen Welt. Die am Ostrande verlaufende Nord-Süd-Verkehrslinie hat geringere Bedeutung, was ohne weiteres aus den Eisenbahnfahrplänen festgestellt werden kann. Das gleiche gilt auch von dem Diagonalverkehr, der sich nicht besonders entwickelt hat. Aus diesem Tatbestand ergeben sich die leitenden Gesichtspunkte für die Verkehrspolitik und die Zusammenarbeit der Verkehrsmittel im Ruhrgebiet. Der Ost-West-Verkehr ist hoch entwickelt und wird durch die Reichsbahn ganz besonders gepflegt. Der Plan einer besonderen Schnellbahn ist mindestens als vertagt anzusehen. Ihre Aufgaben werden durch die Reichsbahn besonders nach dem geplanten Ausbau voll übernommen werden können. Der Nord-Süd-Verkehr, der sich nach der bisherigen Entwicklung wohl niemals zum großen Durchgangsverkehr auswachsen wird, bleibt im wesentlichen Nachbarschaftsverkehr, wenn auch in etwas weiterem Sinne. Für die Eisenbahnlinien, die diesen Verkehr bedienen, ist es erwünscht, daß sie in die Hauptverkehrspunkte des Ost-West-Verkehrs so einmünden, daß bequemer Übergang auf die großen Linien möglich ist. Um das zu erreichen, können auch kleine Umwege in Kauf genommen werden. Von den großen Verkehrsknotenpunkten werden dann Straßenbahn und Autobuslinien ausstrahlen. In einer derartigen Zusammenarbeit können die Verkehrsaufgaben des Ruhrgebiets in befriedigender Form gelöst werden.

An einem Nachmittag fanden eine Reihe von Besichtigungen statt, bei denen Reichsbahnanlagen verschiedenster Art, der Großhafen Duisburg-Ruhrort, Reichsbahnautobau- stellen und der Flughafen Essen-Mühlheim unter sachkundiger Führung besucht wurden.

Im ganzen hat sich das Haus der Technik durch die Veranstaltung der verkehrswissenschaftlichen Tagung „Das Verkehrswesen im neuen Reich“ ein großes Verdienst um die Klärung der brennenden Fragen des Verkehrswesens erworben. Die Verhandlungen können als guter Auftakt für die schwierige Aufgabe des volkswirtschaftlich richtigen Einsatzes der verschiedenen Verkehrsmittel und ihrer Zusammenarbeit zum Wohl der Allgemeinheit angesehen werden.

Dr. Ing. Derikartz, Essen.

Der Brennstoffverbrauch je Lokomotivleistungstonnenkilometer als Leistungsmesser für die Brennstoffwirtschaft bei Dampflokomotiven.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Velte, Köln.

Es wird untersucht, wie das Lokomotivleistungstonnenkilometer für meßtechnische Zwecke bei Beurteilung von Lokomotivleistungen zu verwenden ist. Dabei wird seine Abhängigkeit von den äußeren (fahrmechanischen) und inneren (Dampf- und feuerungstechnischen) Zusammenhängen im einzelnen erörtert. Hieraus werden schließlich besondere Kennziffern gewonnen, welche es ermöglichen, die einzelnen örtlich verschiedenwertigen Leistungen besser vergleichbar zu machen, als das bei der jetzigen Verwendungsart des zur Verfügung stehenden Bezugswertes möglich ist.

Wenn auch für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Lokomotivfahrdienstes im Ganzen genommen die Brennstoffwirtschaft nicht allein maßgebend ist, so lohnt es sich doch, diese auf eine neue zeitgemäßere Grundlage zu stellen, zumal dabei ohnedies alle möglichen Wirtschaftsfragen ganz allgemeiner Art mit erörtert werden müssen.

Beim Betrieb von Dampflokomotiven war es früher allgemein üblich, die Wirtschaftlichkeit hinsichtlich des Brennstoffverbrauchs durch Ermittlung dieser Größe für je 1000 Lokkm (b_L) zu prüfen. Diese Prüfungsweise hat nur rein örtliche Bedeutung und kann nur von dem mit Vorteil benutzt werden, welcher mit den örtlichen Betriebsverhält-

nissen in allen Teilen genau vertraut ist. Sie muß versagen, wenn etwa eine dritte zentrale Stelle mehrere verschiedenartige Stellen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit vergleichen will; denn es fehlt der hierfür erforderliche Begriff der mechanischen Arbeit und Leistung, welcher wesentlich von dem Zuggewicht, der Geschwindigkeit und den Streckenverhältnissen beeinflusst wird.

Die zur Zeit weiter übliche Beurteilung der Wirtschaftlichkeit nach dem Kohlenverbrauch bezogen auf Einheitskilometer (b_{Lk}) und Bruttotonnenkilometer (b_t) konnte auch noch keine Klarheit schaffen; denn erstere kennzeichnen die Vorgänge nur dann richtig, wenn immer gleichmäßige volle Auslastung der Lokomotive vorliegt und an Hand letzterer, die zwar schon über die beförderten Lasten Auskunft geben, lassen sich doch noch nicht die Einflüsse der Geschwindigkeit und der Streckenverhältnisse erkennen. In letzter Zeit hat man zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit im Betriebsdienst den Begriff des „Lokomotivleistungstonnenkilometers“ mit herangezogen und den festgestellten Brennstoffverbrauch darauf bezogen. Wenn auch der Lokomotivleistungstonnenkilometer rein zahlenmäßig nach seiner absoluten Größe angewandt genau wie die vorstehend erwähnten Bezugsgrößen unter Umständen zu gefährlichen Trugschlüssen Anlaß geben kann, so eignet sich dieser Bezugswert doch am besten als Ausgangswert für energietechnische Untersuchungen der nachgeschilderten Art, zumal bei ihm in der Zuglast Q_g auch das für die Beurteilung der gesamten Lokomotivleistung erforderliche Lokomotivgewicht mit berücksichtigt ist. Als Prüfungsmaß für den Gesamtbrennstoffaufwand gilt bei den Aufschreibungen des praktischen Lokomotivdienstes der Brennstoffverbrauch je 10^6 Lokleistungstonnenkilometer (Lltkm) in t (b_{tkL}).

Bringt man diesen Wert in Beziehung zu den Rechnungsgrößen

$$\text{spez. Gesamtstreckenwiderstand} \cdot \text{spez. Dampfverbrauch} = \frac{w_a \cdot c_i}{z}$$

oder

spez. Gesamtstreckenwiderstand $\cdot$ spez. Kohlenverbrauch $= w_a \cdot b_i$ und legt die Abhängigkeit der einzelnen Teilwerte nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen fest, so bekommt man einen sicheren Einblick in die energie- und brennstofftechnischen Zusammenhänge bei dem Betrieb der Dampflokotiven. Besonders wertvoll werden die nunmehr auf die Pferdekraftstunden und die Geschwindigkeit bezogenen Ergebnisse deshalb, weil sie nicht mehr an örtliche Verhältnisse gebunden sind, sondern allgemeine Bedeutung bekommen für die verschiedensten Streckenverhältnisse. Wie mit dieser Betrachtungsweise nutzbringende Arbeit zu leisten ist, das soll im folgenden auch an Hand von praktischen Beispielen gezeigt werden.

Entwicklung der verwendeten Grundgleichungen.

Zunächst soll zum besseren Verständnis der einzelnen Untersuchungen eine Zusammenstellung der erforderlichen Grundgleichungen mit ihren Ableitungen gegeben werden. Die Ermittlungen werden dadurch vereinfacht, daß sie nur auf die Wege (L_a) und Zeiten (T_a) bezogen werden, während deren die Lokomotive tätige Arbeit leistet.

Es sei für den Streckendienst:

D_i = fahrmechanisch genutzter Dampfverbrauch in kg für die Streckenleistung,

B_i = fahrmechanisch genutzter Brennstoffverbrauch in kg für die Streckenleistung,

Q_g = Gesamtzuggewicht einschließlich Lokomotivgewicht = $\frac{\text{Wagengewicht} + \text{Lokgewicht}}{G_w + G_L}$,

L_a = Weg unter Dampf in km,

T_a = erforderliche Zeit in h für den Weg L_a ,

w_a = mittlerer Gesamtwiderstand in kg/t nach Versuchsergebnissen oder nach einer geeigneten Widerstandsformel bezogen auf die Strecke L_a ,

$\left\{ \begin{matrix} c_i \\ b_i \end{matrix} \right\}$ = mittlerer spez. $\left\{ \begin{matrix} \text{Dampfverbrauch je Pferdekraftstunde} \\ \text{Brennstoffverbrauch} \end{matrix} \right\}$ in kg/PS_i h,

z = Verdampfungsziffer.

Mit Verwendung vorstehender Bezeichnungen ergibt sich rein aus dem Verbrauch die indizierte Leistung N_i in PS_i zu

$$N_i = \frac{D_i}{c_i \cdot T_a} = \text{PS}_i;$$

weiter gilt fahrmechanisch für den Streckendienst:

$$N_i = \frac{Q_g \cdot w_a \cdot V_a}{270} = \frac{Q_g \cdot w_a \cdot L_a}{270 \cdot T_a}$$

V_a = mittlere Geschwindigkeit in km/h.

Aus der Verbindung beider Gleichungen folgt:

$$\frac{D_i}{c_i \cdot T_a} = \frac{Q_g \cdot w_a \cdot L_a}{270 \cdot T_a}$$

bzw.

$$\text{Gl. 1) } \dots \dots \dots D_i = \frac{w_a \cdot c_i \cdot Q_g \cdot L_a}{270}$$

Der dem D_i -Wert zugeordnete Brennstoffverbrauchs-wert B_i ergibt sich ohne weiteres mit Hilfe der Verdampfungsziffer $z = D_i/B_i$ zu

$$\text{Gl. 2) } \dots \dots \dots B_i = \frac{w_a \cdot c_i \cdot Q_g \cdot L_a}{z \cdot 270}$$

An Hand der Aufschreibungen des Lok-Betriebsdienstes wird ermittelt der Wert: „Brennstoffverbrauch in t je 10^6 Lokleistungstonnenkilometer“ unter Einschluß der auch für sämtliche Nebenleistungen nach besonderem Schlüssel anzurechnenden Lltkm.

Setzt man in der Gl. 2)

$$\frac{c_i}{z} = b_i = \text{Kohlenverbrauch je indizierte Pferdekraftstunde}$$

für vorliegende Werte von Q_g und N_i , weiter

$L_a = \varphi \cdot L$ mit $\varphi = \frac{\text{Dampfweg}}{\text{Gesamtweg}} = \frac{L_a}{L}$, und zwar zunächst für den gewöhnlichen Fahrverlauf also im wesentlichen ohne kürzeste Fahrzeiten und bringt das so entstandene Produkt $Q_g \cdot L$ auf die linke Seite der Gl. 2), so erhält man für den Kohlenverbrauch in kg je Lokleistungstonnenkilometer b_{tkL} die

$$\text{Gl. 3 a) } \dots \dots \dots b_{tkL} = \frac{B_i}{Q_g \cdot L} = \frac{\varphi \cdot w_a \cdot b_i}{270}$$

also in kg/Lltkm.

Multipliziert man den so gefundenen Wert b_{tkL} mit 1000, so erhält man den entsprechenden Wert der praktischen Betriebsaufschreibungen in t/ 10^6 Lokleistungstonnenkilometer.

Durch einfache Umformung entstehen daraus weiter die

$$\text{Gl. 3 b) } \dots \dots w_a = \frac{b_{tkL} \cdot 270}{\varphi \cdot b_i} \quad \text{und} \quad 3 \text{ c) } b_i = \frac{b_{tkL} \cdot 270}{\varphi \cdot w_a}$$

Die Einführung der L_a -, T_a - und w_a -Werte gestattet die Benutzung von b_i und macht die besondere Ermittlung der Leerlauf- und Bremsarbeit überflüssig.

Kennzeichnung der Hauptaufgaben.

Es wird sich im wesentlichen um zwei Hauptaufgaben handeln, die für die Bedürfnisse des praktischen Betriebsdienstes von Bedeutung sind.

1. Ermittlung des b_{tkL} -Wertes und Beurteilung seiner Abhängigkeit von der Änderung der Betriebsbedingungen.

Für eine bestimmte Fahrt, die sich, wie es bei Abb. 2 und 3 gezeigt ist, aus je einem Abschnitt für Beschleunigung, gleich-

mäßige Geschwindigkeit, Leerlauf und Bremsen zusammensetzt, kann man an Hand der Gl. 3a) b_{tkL} nach bekannten w_a , φ und b_i -Werten bestimmen und sich je nach den Ände-

w_b = Beschleunigungswiderstand bezogen auf L_a nach der Gleichung

$$w_b = \frac{4,24 \cdot V_e^2}{1000 \cdot L_a}$$

Bei der Entwicklung dieser Gleichung sind 8% umlaufende Massen berücksichtigt. Es ist V_e = Endgeschwindigkeit im Augenblick des Dampfabsperrens. Der Wert φ sei zunächst vorbehaltlich weiterer Festlegung nach den praktischen Verhältnissen beurteilt.

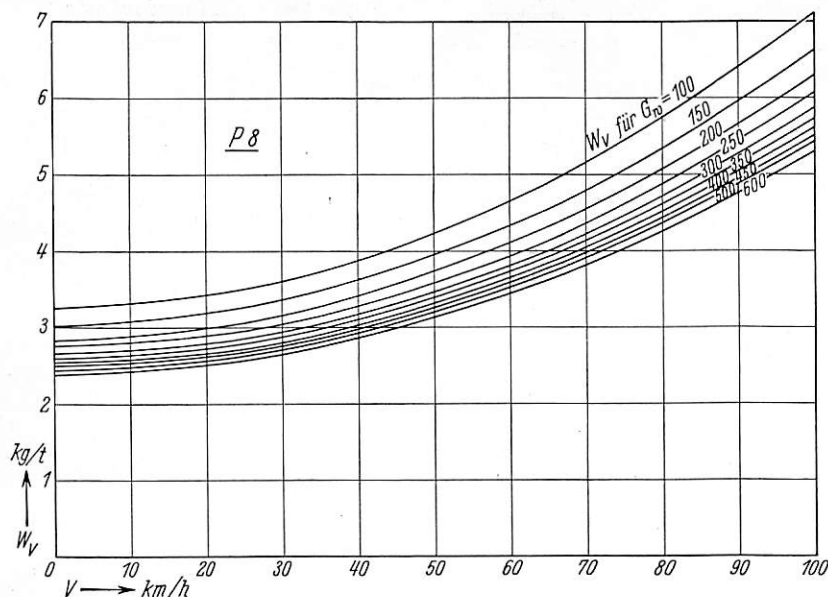


Abb. 1.

$$W_L = 2,0 G_o + c \cdot G_r + 0,6 \cdot F \cdot \frac{V^2}{100} = 2,0 \cdot 68 + 7,3 \cdot 52 + 0,6 \cdot 10 \cdot \frac{V^2}{100}$$

G_o = Betriebsgewicht auf Laufachsen.

G_r = „ „ „ Treibachsen.

$G_L = G_o + G_r$ = Gesamtbetriebsgewicht.

c = Faktor zur Berücksichtigung der drei Treibachsen und zwei Zylinder.

$$w_r = \frac{W_L + G_w \cdot w_g}{Q_g}$$

$$Q_g = G_L + G_w$$

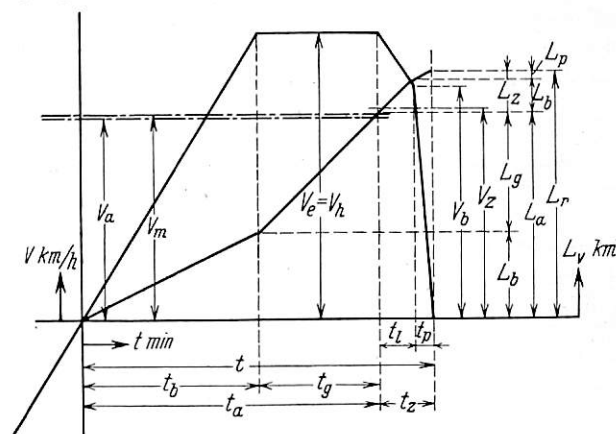


Abb. 3. Das „mittlere Grundfahrschaubild“ für das Rechenbeispiel.

Im allgemeinen ist φ um so kleiner je größer bei gegebenem Gesamtweg L die Anzahl der Anhalte v und je größere und anhaltendere Steigungswiderstände vorliegen, die bei der Rückfahrt wegen etwa erforderlich werdender Abbremsung nicht wieder voll nutzbar zu machen sind und umgekehrt. Bei w_s -Werten kleiner als etwa 3‰ wird Σw_s für Hin- und Rückfahrt zusammengekommen gleich 0. Bei längeren und stärkeren Steigungen empfiehlt sich deren Sonderberücksichtigung und zusätzliche nachträgliche Beziehung auf die ganze Strecke L_a .

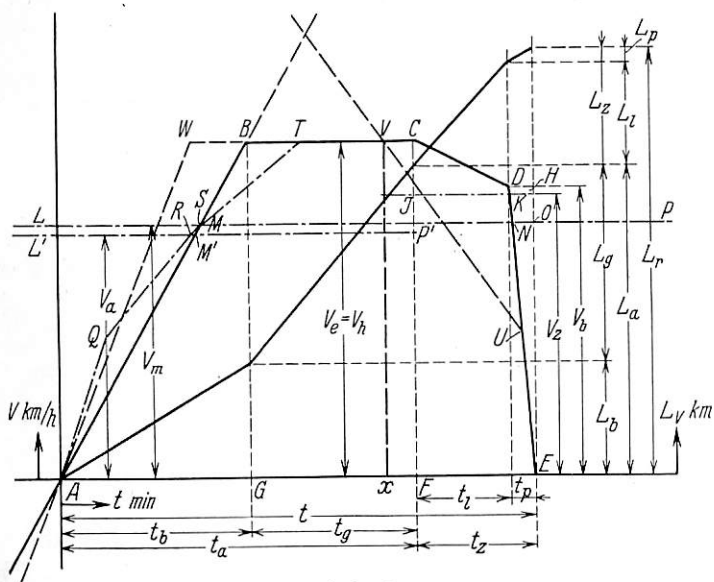


Abb. 2.

Zeichnerische Darstellung der feinmechanischen Zusammenhänge.

runzungsmöglichkeiten dieser Werte über die von b_{tkL} klar werden. Dabei gilt für w_a die Gleichung

$w_a = w_v + w_r + w_s + w_b$ wobei ist:

w_v = Geschwindigkeitswiderstand, abhängig von Q_g und V_a . (Eine w_v -Darstellung mit Angabe der benutzten Widerstandswerte für die P8-Lokomotive ist in Abb. 1 gegeben. Da die für W_L benutzten Werte schon reichlich groß sind, konnte auf die Einführung eines besonderen mechanischen Wirkungsgrads η der Lokomotivmaschine verzichtet werden.)

w_r = Krümmungswiderstand } abhängig von den Strecken-
 w_s = Steigungswiderstand } verhältnissen.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXXI. Band. 22. Heft 1934.

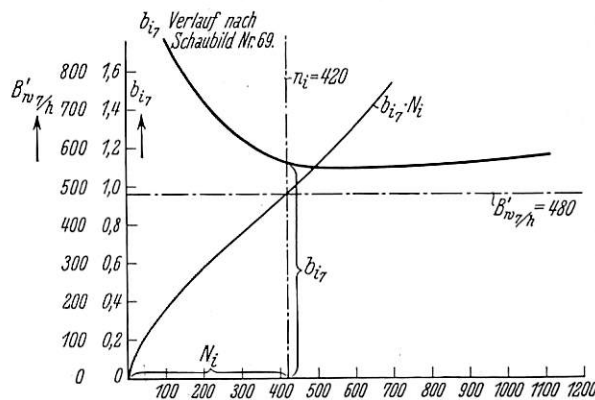


Abb. 4. Ermittlung von N_i und b_{i7} für die P8-Lokomotive nach dem Schaubild 69 im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, Heft 10 (Abhandlung Nordmann).

Der Wert b_i ist für die einzelnen Lokgattungen nach Nordmann (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, Heft 10, Abb. 69, 70, 71) zu beurteilen, wo die Werte als auf $H_u = 7000$ kcal bezogen (b_{i7}) in Abhängigkeit von N_i dargestellt sind (z. vergl. Abb. 4). Dem so ermittelten Brennstoffverbrauch B_i für die reine Streckenleistung hätte man noch den für die sonstigen Nebenleistungen B_s und für die Heizung B_h hinzuzufügen, um B_w zu erhalten. B_w ist danach der wirkliche Gesamtkohlenverbrauch nach der Gleichung $B_w = B_i + B_s + B_h$.

2. Ermittlung des w_a -Wertes aus gemessenen zuverlässigen Brennstoffverbrauchswerten.

Umgekehrt kann man an Hand der Gl. 3 b) nach bekannten b_{tkL} , φ und b_i -Werten den Wert von w_a bestimmen. Eine derartige Bestimmung hat überall da Bedeutung, wo die sichere Bestimmung der w_a -Werte mit Schwierigkeiten verknüpft ist, wie das z. B. bei der Beurteilung von Fahrten mit stark wechselnden Streckenverhältnissen der Fall sein kann. Für die w_a -Bestimmung hat man umgekehrt zunächst von dem vorliegenden wirklichen Verbrauchswert B_w den von B_s und B_h abzuziehen, um den erforderlichen B_i -Wert zu erhalten, bei dem die b_i -Einführung möglich ist.

3. Die Behandlung beliebiger Gruppenfahrten.

Die vorstehend unter 1 und 2 gezeigte Behandlung, die zunächst für eine bestimmte eindeutig festgelegte „Teilfahrt“ gilt, ist ohne weiteres auch bei solchen ganzen „Gruppenleistungen“ mit einer beliebigen Anzahl von Anhalten ν möglich, die man einigermaßen sicher fahrmechanisch und energietechnisch erfassen kann. Außer den schon jetzt üblichen Aufzeichnungen ist es nur noch nötig, daß man sich über die ν -, V_e - und φ -Werte sowie über diejenigen für B_s und B_h klar wird. Die hierfür erforderlichen Feststellungen dürften durch örtliche Erhebungen bei den Dienststellen möglicherweise unter Hinzuziehung geeigneter Lokpersonale mit Verwendung der vorliegenden Streckenprofile keine Schwierigkeiten bereiten. Die Verwendung schreibender Wasser- und Geschwindigkeitsmesser führt die etwa erforderliche Arbeit auf ein Mindestmaß zurück und erleichtert die Nachprüfung der betrieblichen Verhältnisse ganz wesentlich.

In Verbindung hiermit sei noch der „Druckschreiber“ von Dreyer, Rosenkranz & Dropp, Hannover (zu vergl. deren besondere Druckschrift Seite 5, Abb. 240) erwähnt, der eine zweckmäßige und dabei preiswerte Vorrichtung zur Bestimmung des φ -Wertes sein dürfte.

Beginn und Ende der Aufzeichnung der Fahrzeiten unter Dampf werden bei dieser von einem auf dem Schieberkasten befindlichen Manometer gesteuert. Nach der Summe der Zeiten T_a unter Dampf kann man dann über die vorliegende Geschwindigkeit V_a auf den Weg L_a , bzw. den Wert φ schließen; denn es ist $L_a = V_a \cdot T_a$ und $\varphi = \frac{L_a}{L}$. Den Wert V_a kann man vorbehaltlich weiterer Prüfung auch schon nach dem Wert

$$V_m = L/T = \frac{\text{Gesamtweg}}{\text{Gesamtfahrzeit ohne Aufenthalte}}$$

hinreichend sicher beurteilen.

Auf ein besonderes Beispiel für die Lösung der ersten Hauptaufgabe an Hand der Gl. 3 a) sei zunächst verzichtet, da die Ermittlung des b_{tkL} -Wertes bei bekannten Einzelwerten kaum Schwierigkeiten verursachen dürfte.

Dagegen sei für die Lösung der zweiten Hauptaufgabe, die sich, wie vorstehend unter 3 angegeben, auf die bei einer bestimmten Gruppenleistung vorliegenden Gesamtwerte beziehen soll, ein besonderes Beispiel gebracht. Dabei soll auch gleichzeitig die Art der Einflüsse der verschiedenen Größen im einzelnen behandelt und so vorgegangen werden, daß zunächst eine mehr überschlägliche Berechnung und im Nachhinein dann auch eine genauere Erörterung der theoretischen Zusammenhänge geboten wird. Erstere ist für den Leser bestimmt, der schnell einen Einblick in die Gesamtwirtschaft der Gruppenleistung gewinnen und letztere für den, der den Einfluß der einzelnen Rechnungsgrößen mit ihren gegenseitigen Abhängigkeiten genauer kennen lernen will. Die nach den beiden Behandlungsarten gefundenen Werte sind in der Zahlentafel 1 aufgezeichnet, wobei die für den zweiten Teil

der Behandlung des gegebenen Beispiels noch ermittelten Sonderwerte durch Umrahmung $\square$ gekennzeichnet sind.

Beispiel für die Lösung der zweiten Hauptaufgabe (angewandt auf eine ganze Gruppenleistung).

Zahlentafel 1.

Gegeben: Eine Gruppe P 8-Lokomotiven (Personenzugdienst mit häufigem Anhalten, Anzahl der Anhalte $\nu = 10221$), Anzahl der Lokomotiven $n = 8$, Rostfläche $R = 2,64 \text{ m}^2$ und Betriebsgewicht $G_L = 120 \text{ t}$ (Sp. 3). Da es sich bei dem behandelten Beispiel um ein solches ohne Heizung und nur um verschiedene kleine Nebenleistungen (wie Rangierdienst usw.) handelt, sind der Einfachheit halber die b_i und b_{i7} -Werte direkt auf die L_w' usw. Werte bezogen worden; dabei ist b_{i7} der Brennstoffverbrauch bezogen auf $H_u = 7000 \text{ kcal}$ (nach Nordmann zu vergl. dessen oben erwähnte Abhandlung).

Weiter gegeben: Wirkliche Gesamtleistung in $\text{km } L_w' = 53\,379$ einschließlich aller Nebenleistungen (Sp. 4 a) und

$$\frac{L_w'}{n} = \frac{53\,379}{8} = 6670.$$

Wirkliche Gesamtleistungstkm in $\text{Ltkm}_w' = 15\,300\,000$ (Sp. 5 a) und $\frac{\text{Ltkm}_w'}{n} = \frac{15\,300\,000}{8} = 1\,912\,500$ einschließlich der Nebenleistungen.

Ermittelt wird die mittlere Zuglast:

$$1. Q_g = G_L + G_w = \frac{\text{Ltkm}_w'}{L_w'} = \frac{15\,300\,000}{53\,379} = 287 \text{ t (Sp. 5 b)},$$

$$2. G_w = Q_g - G_L = 287 - 120 = 167 \text{ t (Sp. 5 c)},$$

$$3. \text{ das Verhältnis } \frac{G_L}{G_w} = \frac{120}{167} = 0,72 \text{ (Sp. 5 d)}.$$

4. nach den praktischen Betriebsverhältnissen bzw. der mittleren Geschwindigkeit

$$V_m = \frac{\text{Gesamtweg } (L_w')}{\text{Gesamte Fahrzeit ohne Aufenthalte } (T_w')} = \frac{53\,379}{1252} = 42,60,$$

5. auf Grund der Angaben des Betriebs die Geschwindigkeit $V_a = 42,4 \text{ km/h}$ (Sp. 6 b),

6. nach den praktischen Betriebsverhältnissen der Wert φ zu 0,84 (Sp. 7 a).

*) Sämtliche Größenwerte, die sich nur auf die gesamte Gruppenleistung beziehen wie z. B. L_w' usw. erhalten den Index ' mit Ausnahme des Wertes ν .

1) Ermittlung des Wertes $Q_g = \frac{\text{Ltkm}_w'}{L'}$, also berechnet nach der reinen Streckenleistung.

2) Ermittlung der Werte B_w' , B_s' und B_h' und zwar B_s' nach örtlichen Aufschreibungen und B_h' nach der Anlage 16 D der Zuko A § 11¹ nach der Zuglast Q_g und der vorliegenden mittleren Außentemperatur.

$$3) \text{ Ermittlung des Wertes } b_{tkL} = \frac{B_w' - B_s' - B_h'}{\text{Ltkm}} = \frac{B_i'}{\text{Ltkm}'}$$

In Abweichung von der jetzigen gleichmäßigen Umrechnung der Nebenleistung in Ltkm und Lkm dürfte folgendes Verfahren zu empfehlen sein, das die örtlichen Verhältnisse im einzelnen berücksichtigt: Man bestimmt die B_s' -Werte nach dem Verbrauch der verschiedenen Lokgattungen im a) leichten, b) mittleren und c) schweren Rangierdienst, gemessen in Rangierdienststunden und die B_h' -Werte nach der Zuko. Mittels Division der so gefundenen Werte B_s' und B_h' durch b_{tkL} und b_L (Kohlenverbrauch je 1000 Lokkilometer) erhält man durch die zusätzliche Leistung in Ltkm und Lkm bezogen auf den Streckendienst. Denn es ist

$$\text{Ltkm}_s = \frac{B_s'}{b_{tkL}} \text{ und } \text{Ltkm}_h = \frac{B_h'}{b_{tkL}}; L_s = \frac{B_s'}{b_L} \text{ und } L_h = \frac{B_h'}{b_L}.$$

Zahlentafel 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Lok.- gattung	L_w'	Ltkmw'	$V_m = \frac{L_w'}{T_w'}$	φ	$L_r = \frac{L_w'}{\nu}$	B_w'	$B_w' = B_{w7}' \cdot \frac{H_u}{7000}$	pk	D_w	b_{i7}	w_r	$b_i = b_{i7} \cdot H_u \cdot \beta$
		n	$\frac{L_w'}{n}$	$\frac{Ltkmw'}{L_w'}$	V_a	$L_a' = \varphi \cdot L_w'$	$t_{\gamma min}$	$\frac{B_w'}{R \cdot T_a'}$	Temp. °C	$t_{ü}$	Z	$N_i = \frac{\beta \cdot B_w' / T_a'}{b_{i7}}$	w_r	$k = w_a \cdot b_i \cdot \varphi$
		R	T_w'	$Q_g = \frac{Ltkmw'}{L_w'}$	V_e	T_a'	L_a	btkL	$btkL_7 = btkL \cdot \frac{H_u}{7000}$	$i_{ü} = t_{w2}$	$\frac{D_w'}{H \cdot T_a'}$	$\frac{w_a}{\beta \cdot btkL_7 \cdot 270}$	w_s	$B_w' = \frac{k \cdot Ltkmw'}{270}$
		G _L	$\frac{T_w'}{n}$	$\frac{G_L}{G_w}$	V_z	ν	$t_{a min}$	H_u	β	H_v	η_k	$\frac{btkL_7}{w_a \cdot b_{i7} \cdot \varphi \cdot \beta \cdot 270}$	$\frac{w_b}{V \cdot 424 \cdot V_e^2}$	$\gamma = \frac{B_w' / b_i}{N_{i1} \cdot T_{i1} \cdot n}$
a		P 8	53 379	15 300 000	42,60	0,84	5,22	590 000	632 140	12 at	4 640 000	1,14	3,5	1,33
b		8	6670	287	42,4	44 840	7,35	211	Sommer (ohne Heizung)	300	7,88	420	0,3	10,42
c		2,64	1252	167	60	1058	4,38	0,03856	0,04130	636	31,00	9,33	2,03	590 000
d		120	157	0,72	42,70	10 221	6,17	7500	0,80	142,3	0,67	0,04130	3,5	0,08

7. $L_a' = \varphi \cdot L_w' = 0,84 \cdot 53\,379 = 44\,840$ (Sp. 7 b) und
 $\frac{L_a'}{n} = 5600 \text{ km},$

8. $T_a' = \frac{L_a'}{V_a} = \frac{44\,840}{42,4} = 1058$ (Sp. 7 c) und

$\frac{T_a'}{n} = \frac{1058}{8} = 132 \text{ h bzw. } \frac{T_w'}{n} = \frac{1252}{8} = 157 \text{ h.}$

Zugrunde gelegt wird nach der örtlichen Kohlenversorgung ein Heizwert von $H_u = 7500 \text{ kcal}$ (Sp. 9 d).

Aus den praktischen Betriebsaufzeichnungen wird festgestellt der Wert $B_w' = 590\,000 \text{ kg}$ (Sp. 9 a) und

$$\frac{B_w'}{n} = \frac{590\,000}{8} = 73\,750 \text{ kg}$$

bzw. berechnet

$$\frac{B_w'}{R \cdot T_a'} = \frac{590\,000}{2,64 \cdot 1058} = 211 \text{ km/m}^2 \text{ h.}$$

Aus den praktischen Betriebsaufzeichnungen wird festgestellt der Wert $b_{tkL} = 0,03856 \text{ kg/Ltkm}$ (Sp. 9 c) bzw. $38,56 \text{ t/10}^6 \text{ Ltkm}$.

Bezogen B_w' auf $H_u = 7000$ (zur Verwendungsmöglichkeit der Schaubilder Nordmann) ergibt

$$B_{w7}' = 590\,000 \cdot \frac{7500}{7000} = 632\,140 \text{ (Sp. 10 a)}$$

bzw.

$$\frac{B_{w7}'}{n} = \frac{632\,140}{8} = 79\,017 \text{ kg.}$$

Bezogen

$$b_{tkL} \text{ auf } H_u = 7000,$$

ergibt

$$b_{tkL7} = 0,03856 \cdot \frac{7500}{7000} = 0,04130 \text{ (Sp. 10 c).}$$

Da die Nordmannschen b_{i7} -Werte nur als Dauerwerte für gleichbleibende Leistungen N_i gelten, es sich aber bei der vorliegenden Gruppenleistung um Personenzugdienst mit häufigem Anhalten handelt, so wird der wirklich vorliegende Wert b_{i7} größer sein als der nur nach der mittleren Leistung N_i ermittelte. Es müßte daher für den behandelten Fall der für N_i nach Nordmann ermittelte b_{i7} -Wert noch um einen gewissen Vornhundertsatz*) erhöht werden.

So ergäbe sich ein neuer b_{i7} -Wert gleich $\frac{b_{i7}}{\beta}$, mit β einer Zahl < 1 , und man müßte eine b_{i7} -Kurve mit höher liegenden Werten $\left(\frac{b_{i7}}{\beta}\right)$ als die nach Nordmann verwenden. Um dies jedoch zu vermeiden, soll zum Ausgleich des größeren b_{i7} -Wertes statt des Wertes B_{w7}' für die weitere Auswertung (N_i usw Bestimmung) ein kleinerer B_w' -Wert $= \beta \cdot B_{w7}'$ benutzt werden.

Die Gleichung für N_i lautet dann:

$$N_i = \frac{B_{w7}'}{b_{i7}/\beta \cdot T_a'} = \frac{\beta \cdot B_{w7}'}{b_{i7} \cdot T_a'}$$

Bei dem großen ν -Wert soll $\beta = 0,8$ gewählt werden, sodaß $\beta \cdot B_{w7}' = 0,80 \cdot 632\,140 = 505\,710 \text{ kg}$ wird.

*) Die Größe des für b_{i7} erforderlichen Zuschlags ist durch einen praktischen Versuch jederzeit möglich, wobei man in folgender Weise zu verfahren hätte: für eine bestimmte gesamte Gruppenleistung ermittelt man b_{tkL} nach der Gleichung: $b_{tkL} = \frac{w_a \cdot b_i \cdot \varphi}{270}$. Dann ermittelt man durch einen praktischen Versuch für dieselbe Leistung den wirklichen Wert B_w' und bildet den neuen Wert b_{tkL}' , sowie das Verhältnis $b_{tkL}'/b_{tkL} = \beta$. β wird um so kleiner je größer ν ist und umgekehrt.

Es sei nach Nordmann (Abb. 4) durch mehrmaliges versuchsweises Ansetzen der vorstehenden Gleichung für N_i bei Zugrundelegung der Zahlenwerte des behandelten Beispiels gefunden

$$N_i = 420 \text{ PS}_i \text{ und } b_{i7}^* = 1,14,$$

so daß gilt

$$N_i = \frac{505710}{1,14 \cdot 1058} = \frac{480}{1,14} = 420 \text{ PS}_i \text{ (Sp. 13b).}$$

*) Genau lassen sich die jeweilig zusammengehörigen Werte von β , B_{w7} , T_{a1} , b_{i7} und N_i in folgender Weise bestimmen, wenn gegeben ist β , B_{w7} , T_{a1} und eine Darstellung der Beziehungen von b_{i7} und N_i (Abb. 4) bei der der Zeit T_{a1} entsprechenden Geschwindigkeit V_{a1} . Soweit diese mit der Geschwindigkeit V_{a1} ganz der annähernd übereinstimmt, für welche nach Nordmann die b_{i7} - und N_i -Abhängigkeit (Abb. 4) dargestellt ist, können die Werte nach Nordmann direkt benutzt werden. Es ist dabei in folgender Weise zu verfahren:

1. Man ermittelt der Reihe nach die Produkte $b_{i7} \cdot N_i$ und trägt sie in einem bestimmten Maßstab vom Koordinatenanfangspunkt an auf, so daß dadurch der $b_{i7} \cdot N_i$ -Linienzug entsteht.

2. Man ermittelt den Wert $\frac{\beta \cdot B_{w7}}{T_{a1}}$, trägt ihn auf der Ordinatenachse im Maßstab der $b_{i7} \cdot N_i$ -Werte ab und legt durch den so bestimmten Punkt eine Waagerechte.

3. Durch den Schnittpunkt dieser mit dem $b_{i7} \cdot N_i$ -Linienzug legt man eine Senkrechte, durch welche die gemeinsamen b_{i7} und N_i -Werte für den vorliegenden Fall festgelegt werden; denn es wird nach der Ermittlung $\frac{\beta \cdot B_{w7}}{T_{a1}} = b_{i7} \cdot N_i$, was der obigen Gleichung für N_i genügt.

Im vorliegenden Fall, bei dem V_a mit 42,4 km/h der Geschwindigkeit $V_{a1} = 40$, für welche nach Nordmann die $b_{i7} \cdot N_i$ -Beziehung unmittelbar benachbart liegt, sind der Einfachheit halber die Nordmannschen Werte direkt benutzt worden.

$$\text{Es wurde } \frac{0,8 \cdot 632140}{1058} = 480 = 1,14 \cdot 420.$$

Liegt die Geschwindigkeit V_a zwischen 2 benachbarten von Nordmann behandelten Geschwindigkeiten V_{a1} und V_{a2} , von denen $V_{a1} < V_a$ ist, so werden der Reihe nach folgende Ermittlungen notwendig, wobei β , B_{w7} und L_a konstant zu halten sind:

1. Die Ermittlung $T_{a1} = \frac{L_a}{V_{a1}}$; $T_{a2} = \frac{L_a}{V_{a2}}$; $\frac{\beta \cdot B_{w7}}{T_{a1}}$; $\frac{\beta \cdot B_{w7}}{T_{a2}}$.
2. Die Ermittlung b_{i71} und N_{i1} , sowie b_{i72} und N_{i2} mit $b_{i72} < b_{i71}$; $\Delta b_{i7(1-2)} = b_{i71} - b_{i72}$ für $\Delta V_{a(1-2)} = V_{a2} - V_{a1}$.
3. Die Ermittlung $\Delta b_{i7} = \Delta b_{i7(1-2)} \frac{\Delta V_a}{V_{a(1-2)}}$ (wobei $\Delta V_a = V_a - V_{a1}$ ist) und damit $b_{i7} = b_{i71} - \Delta b_{i7}$.
Ist $b_{i72} > b_{i71}$, so wird $b_{i7} = b_{i71} + \Delta b_{i7}$.
4. Die Schaulinie für $N_i \cdot c_i$ kann auch zur Darstellung der jeweilig für N_i erforderlichen Füllung ε benutzt werden.

Bei einer 2-Zylinderlokomotive mit einstufiger Dehnung z. B.

$$\varepsilon \cdot J = \frac{M_s \cdot v}{n \cdot 2 \cdot 2} \text{ wobei ist:}$$

$$J = \text{Zylinderinhalt in m}^3 = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot s}{4} \quad (d = \text{Zylinderdurchmesser in m und } s = \text{Hub in m})$$

$$M_s = \text{sekundlicher Dampfverbrauch in kg} = \frac{N_i \cdot c_i}{3600}$$

v = spezifisches Volumen als Funktion der mittleren Eintritts-
spannung und Überhitzung

n = Umdrehungszahl je 1 Sek.

$$= \frac{V_a}{3,6 D_{tr} \cdot \pi} \text{ mit } D_{tr} = \text{Treibraddurchmesser in m.}$$

Daraus folgt mit einigen Umformungen

$$\varepsilon = \frac{N_i \cdot c_i \cdot v \cdot D_{tr}}{1000 V_a \cdot d^2 \cdot s}$$

Es wird ermittelt:

$$w_a = \frac{b_{tkL} \cdot \beta \cdot 270}{b_{i7} \cdot \varphi} = \frac{0,04130 \cdot 0,80 \cdot 270}{1,14 \cdot 0,84} = 9,33 \quad (\text{Sp. 13c}),$$

ferner nach der Gleichung

$$N_i = \frac{Q_g \cdot w_a \cdot V_a}{270} = \frac{287 \cdot 9,33 \cdot 42,4}{270} = 420.$$

Für die „Kennzifferbestimmung“ Zahlentafel 1, Sp. 15b bei $H_u = 7500$ und $\beta = 0,80$ ermittelt sich b_i zu

$$b_i = b_{i7} \cdot \frac{7000}{H_u} \cdot \frac{1}{\beta} = 1,14 \cdot \frac{7000}{7500} \cdot \frac{1}{0,80} = 1,33 \quad (\text{Sp. 15a}),$$

ferner k nach der Gleichung:

$$k = w_a \cdot b_i \cdot \varphi = 9,33 \cdot 1,33 \cdot 0,84 = 10,42.$$

Umgekehrt, wenn mit dem Werte k B_w ermittelt wird, ergibt die Gleichung:

$$B_w' = \frac{k \cdot \text{Ltkm}'}{270} = \frac{10,42 \cdot 15\,300\,000}{270} = 590\,000 \text{ kg.}$$

Der Vorteil der Bildung des k -Wertes besteht darin, daß man in seinen einzelnen Faktoren die verschiedenen Einflüsse auf den zu erwartenden Kohlenverbrauch erkennt.

Die Ergebnisse vorstehender Berechnung sind in der Zahlentafel 1 übersichtlich zusammengestellt, so daß man in der Lage ist, die die Lokwirtschaft maßgeblich beeinflussenden Größen schnell zu überschauen. Auf einzelne Werte sei besonders hingewiesen:

1. Die kilometrische monatliche Leistung für eine Lokomotive mit 6670 (Sp. 4b) und die zeitliche Ausnutzung mit 157 h (Sp. 4d) sind nicht sehr groß.

2. Das Gesamtzuggewicht ist mit $Q_g = 287 \text{ t}$ ziemlich gering (Sp. 5b). Infolge des mit 120 t anzusetzenden Lokgewichtes bleibt nur ein reines Wagengewicht von $G_w = 167 \text{ t}$ (Sp. 5c) übrig; das Verhältnis $\frac{G_L}{G_w}$ ist mit 0,72 (Sp. 5d) reichlich groß.

3. Wenn auch der große φ -Wert (0,84, Sp. 7a) und der große w_a -Wert (9,33, Sp. 13c) auf nicht unbeträchtliche Steigungswerte hinzuweisen scheinen, so könnte doch wahrscheinlich die Verwendung einer leichteren Tenderlokomotive, wenn dies die übrigen Betriebsverhältnisse gestatten, Vorteile bringen, zumal der Wert $\frac{B_w'}{R \cdot T_a} = 212$ auf keine große Rostanstrengung hinweist.

4. Die Berechnung der Kohlenmenge B_w' mit dem Faktor k (Sp. 15c) zeigt, daß die ganze Rechnung in sich stimmt.

5. Der mit 0,08 ermittelte Ausnutzungsfaktor γ , der sowohl über die zeitliche als auch die fahrmechanische Ausnutzung Aufschluß gibt, ist reichlich klein. Der Faktor γ stellt das Verhältnis dar

$$\text{von } \frac{\text{Wirklich aufgewandte PS}_{ihw}}{\text{Höchstmögliche PS}_{ihm}} = \frac{B_w' / b_i}{N_{i1} \cdot T_1 \cdot n} = \frac{590\,000}{1,33 \cdot 960 \cdot 720 \cdot 8,0} = 0,08.$$

Die dimensionsmäßige Auswertung des Zählerwertes $\frac{B_w'}{B_w' / \text{PS}_{ih}}$ ergibt die nach dem wirklichen gesamten Kohlenverbrauchswert aufgewandten PS_{ihw} .

Neuere Versuchsergebnisse und praktische Beobachtungen im Betrieb haben gezeigt, daß man namentlich bei den Lokgattungen mit hochliegenden Kesseln und ohne ausreichenden Dampfdom mit erheblichen Dampfefeuchtigkeiten des Naßdampfes bis zu 40%, die auch durch besonders große Überhitzerheizfläche nicht ganz beseitigt werden können, wegen zu großer Dampftraumbelastung bei stärkerer Anstrengung zu rechnen hat. Deshalb wird es erforderlich, daß die Nordmannschen c_i -Werte und die in vorstehender Formel für ε benutzten v -Werte auf eine bestimmte Dampftraumbelastung etwa bei einem Wasserstand von 150 mm über Feuerkistendecke bezogen werden.

Der Nennerwert stellt das Produkt daraus

N_{11} = größtmögliche Leistung in PS_i bei $V_a = 42,4$;

T_1 = größtmögliche Stundenzahl für eine Lokomotive im Monat (bei 30 Tagen $24 \cdot 30 = 720$);

n = Anzahl der Lokomotiven.

Der Aufbau des Ausnutzungsfaktors zeigt im übrigen deutlich, welche Maßnahmen erforderlich sind, um ihn günstiger zu gestalten. Wenn man die Lokomotiven längere Zeit im Dienst lassen kann und stärker beansprucht, steigt B_w' und sinkt in vielen Fällen auch b_i . Ferner sinkt N_{11} , wenn man mit nicht zu starken Lokomotiven fährt. Beide Maßnahmen werden γ in günstiger Weise beeinflussen.

In vorstehendem war die Abhängigkeit des Wertes b_{tkL} von bestimmten Q_g -, w_a - und V_a -Werten festgelegt.

Mit Verwendung der oben niedergelegten Abhängigkeiten wäre zu ermitteln b_{tkL}

bei $V_a = 42,4$ und $\begin{cases} G_w & 100 \text{ t} & 167 \text{ t} & 200 \text{ t} & 300 \text{ t} & 400 \text{ t} \\ Q_g & 220 \text{ „} & 287 \text{ „} & 320 \text{ „} & 420 \text{ „} & 520 \text{ „} \end{cases}$
zu $b_{tkL} \longrightarrow \sim 0,0439 \ 0,0386 \ 0,0370 \ 0,0360 \ 0,035$
bei $V_a = 47,0$ und $\begin{cases} G_w & 100 \text{ t} & 167 \text{ t} & 200 \text{ t} & 300 \text{ t} & 400 \text{ t} \\ Q_g & 220 \text{ „} & 287 \text{ „} & 320 \text{ „} & 420 \text{ „} & 520 \text{ „} \end{cases}$
zu $b_{tkL} \longrightarrow \sim 0,0450 \ 0,0397 \ 0,039 \ 0,0385 \ 0,040$

Gegeben . . . $L_{tkm_w} = 16\,000\,000$; $L_{tkm_s} = 700\,000$; $L_{tkm} = 16\,000\,000 - 700\,000 = 15\,300\,000$
 $L_w = 58\,600$; $L_s = 5\,221$; $L = 58\,600 - 5\,221 = 53\,379$

Ermittelt $Q_g = \frac{16\,000\,000 - 700\,000}{58\,600 - 5\,221} = 287 \text{ t}$ und $G_w = 287 - 120 = 167 \text{ t}$

Gegeben $w_a = 9,33$; $b_i = 1,33$; $\varphi = 0,84$

Ermittelt $b_{tkL} = \frac{9,33 \cdot 1,33 \cdot 0,84}{270} = 0,03856$ und $B_i = 0,03856 \cdot 15\,300\,000 = 590\,000 \text{ kg}$

Unter der Annahme, daß die L_{tkm_s} den L_{tkm} hinsichtlich des verursachten Brennstoffaufwandes gleichwertig sind, wird ermittelt $\longrightarrow B_s = 0,03856 \cdot 700\,000 = 26\,990 \text{ kg}$
(Im Bedarfsfalle empfiehlt sich eine Sonderuntersuchung nach der Anmerkung Seite 412.)

Gegeben: $T_h = 1300 \text{ h}$ (Heizzeit); $t_m^0 \text{ C} = -6^0 \text{ C}$ (Temperatur). Für die Ermittlung des Brennstoffverbrauchs für Heizzwecke ist die mittlere Temperatur ($t_m^0 \text{ C}$) im „Schwerpunkt“ des Verkehrsgebiets der aufkommenden L_{tkm_w} erforderlich. Zu ihrer Festlegung stellt man am besten die einzelnen Monatsleistungen nach ihrer Größe und örtlichen Lage dar und ermittelt die in den einzelnen Bereichen herrschenden mittleren Monatstemperaturen nach der Wetterkarte der zuständigen meteorologischen Station. Den gültigen Wert $t_m^0 \text{ C}$ ermittelt man aus der Gleichung

$$\frac{\sum L_{tkm} \cdot t_m^0 \text{ C}}{\sum L_{tkm}} = \frac{\sum L_{tkm} \cdot t^0 \text{ C}}{\sum L_{tkm}}$$

zu $t_m^0 \text{ C} = \frac{\sum L_{tkm} \cdot t^0 \text{ C}}{\sum L_{tkm}}$

Nach der Zuko festgestellt

$b_{H7/h}$ für $G_w = 167 \text{ t}$ zu 60 kg/h für $H_u = 7000 \text{ kcal}$.

Danach ermittelt

B_H bei $H_u = 7500$ zu $B_H = 60 \cdot 1300 \cdot \frac{7000}{7500} = 73\,000 \text{ kg}$.

Ermittelt: $B_w = 590\,000 + 26\,990 + 73\,000 = 689\,990 \text{ kg}$.

$b_{tkL(s \text{ u. H})} = \frac{689\,990}{10\,000\,000} = 0,04310$ bzw. $43,10 \text{ t}/10^3 \text{ Ltkm}$.

Prüfung der richtigen Größenbemessung für die Werte φ , w_a und b_i an Hand des „mittleren Grundfahr-schaubildes“.

In vorstehendem waren für einen der Praxis direkt entnommenen Fall die Zusammenhänge so dargestellt, daß man die inneren und äußeren Arbeitsvorgänge im einzelnen erkennen kann. Da es aber nur bei richtiger Wahl der einzelnen Werte φ

Die einzelnen b_{tkL} -Werte sind so berechnet, daß in die für b_{tkL} gültige Gleichung $b_{tkL} = \frac{w_a \cdot b_{i7} \cdot 1000 \cdot \varphi}{270 \cdot H_u \cdot \beta}$ die den jeweiligen Q_g - und V_a -Werten nach Abb. 1 und 4 entsprechenden Werte w_a und b_{i7} eingesetzt wurden. Dabei wurden bei der Geschwindigkeit $V_a = 47$ die φ -Werte durchweg und im übrigen bei den größten Q_g -Werten auch noch die V_e -Werte und damit die w_a -Werte nochmals angemessen erhöht. Die Durchführung der Rechnung im einzelnen ist an Hand des weiter unten beschriebenen „mittleren Grundfahr-schaubildes“ in Verbindung mit einfachen Versuchsmessungen im Betrieb jederzeit möglich. Aus Raumangel mußte auf genauere Ausführungen verzichtet werden.

Die Ermittlung des Brennstoffdarfverbrauchs für eine bestimmte Strecken-, Neben- und Heizleistung.

Für die erste Hauptaufgabe (S. 410) war bisher kein praktisches Rechnungsbeispiel geboten worden. Das soll in folgendem, nachdem alle fahrmechanischen und brennstofftechnischen Zusammenhänge klargestellt sind, noch geschehen und zwar sollen entgegen dem vorbehandelten Beispiel ohne besondere Neben- und Heizleistung diese beiden nunmehr noch mitberücksichtigt werden.

und b_i möglich ist, den für einen bestimmten b_{tkL} -Wert zu erwartenden w_a -Wert bzw. umgekehrt b_{tkL} sicher zu bestimmen, so ist es für die betriebsleitende Stelle noch notwendig, zu wissen, in welcher Weise man die Richtigkeit der einzelnen Werte nachprüfen kann.

Zu diesem Zweck wird in der unten näher beschriebenen Weise das die besonderen fahrmechanischen und brennstofftechnischen Zusammenhänge im ganzen kennzeichnende „mittlere Grundfahr-schaubild“ entworfen.

Für das oben behandelte Rechnungsbeispiel war $\nu = 10221$. Es vollziehen sich also bei der ganzen Gruppenleistung ν mal gewisse Bewegungsvorgänge nach Art der später in Abb. 3*) gegebenen Darstellung jedoch mit den verschiedensten fahrmechanischen und energietechnischen Einzelwerten. Die mittlere Gesamtgeschwindigkeit ist wie oben ermittelt gleich $V_m = \frac{L_w'}{T_w'}$. Für einen mittleren Bewegungsvorgang werde unter Verwendung der weiter oben gefundenen Werte

$L_p = \frac{L_w'}{\nu}$ bzw. $T_p = \frac{T_w'}{\nu}$ und $L_a = \frac{L_a'}{\nu}$ bzw. $T_a = \frac{T_a'}{\nu}$ und $B_{wp} = \frac{B_w'}{\nu}$.

Da die Werte Q_g , G_w und φ nach der Art ihrer Ermittlung auch für die Teilzeit T_p über den Teilweg L_p dieselben bleiben sollen, so muß auch für diese der Wert b_{tkL} gleich bleiben, denn es ist $b_{tkL} = \frac{B_w'}{Q_g \cdot L_w'} = \frac{B_{wp}}{Q_g \cdot L_p}$. Es gilt

*) In den Abb. 3 usw. sind die zugehörigen Zeiten immer in t_{min} , in den allgemeinen Gleichungen dagegen sind sie, um in ihnen nicht den Zahlenwert 60 mitschleppen zu müssen, immer in T_h eingeführt.

damit auch für die Teilwerte T_v und L_v die Gleichung

$$b_{tkL} = \frac{w_a \cdot b_1 \cdot \varphi}{270}$$

Aus vorstehenden Bedingungsgleichungen läßt sich unter Berücksichtigung derselben örtlichen und betrieblichen Sonderverhältnisse wie oben ein „mittleres Grundfahrschaubild“ entwerfen, das ν mal durchfahren, denselben Kohlenverbrauch B_w' verursacht und somit als „virtuelles Schaubild“ die Eigenart der Gruppenleistung im ganzen kennzeichnet.

Gegeben ist V_m , L_v , T_v und weiter für die gewöhnlichen Fahrzeiten φ in der oben angegebenen Weise beurteilt, danach ist zu ermitteln V_a , L_a , T_a .

Ermittelt wird zunächst V_e nach $\sqrt{\Sigma V_e^2}$ also nach den verschiedenen vorliegenden V_e -Werten und in folgender Weise kritisch untersucht: V_e muß einerseits um einen bestimmten Erfahrungsbetrag über V_m liegen und andererseits kleiner sein, als der Wert V_e der nach der Belastung G_w und dem s/V -Diagramm bzw. dem Merkbuch des RZM bei dem vorliegenden mittleren Krümmungs- (w_r) und Steigungswiderstand (w_s) zulässig ist. Innerhalb dieser Grenzen ist er letzten Endes nach örtlichen und betrieblichen Rücksichten so zu bestimmen, daß der kleinste B_w' -Wert entsteht. Diesem Umstand ist bei der w_a -Ermittlung aus gemessenen Verbrauchswerten b_{tkL} dadurch Rechnung zu tragen, daß man aus der Gruppenleistung nur solche b_{tkL} -Werte verwendet, die man mit Sicherheit für angemessen halten kann. Ermittelt wird dann die Zeit $T_z = T_v - T_a$ (z. vergl. Abb. 2), in der der Zug sich zunächst selbst überlassen ist, bzw. abgebremst wird. Weiter sei während dieser Zeit T_z

V_b = Geschwindigkeit im Augenblick des Bremsbeginns, die man aus wirtschaftlichen Gründen möglichst klein zu machen bestrebt sein wird,

w_{11} = mittlerer Gesamtleerlaufwiderstand in kg/t im Bereich der Geschwindigkeit $\frac{V_e + V_b}{2}$ *) und nach dieser und

Q_g (z. vergl. Abb. 1) zu wählen, jedoch ohne Berücksichtigung von w_b , das im Bereich der Zeit T_z nicht wirkt. Ein etwas zu großer Wert schadet dabei nicht, da gegen Ende der Leerlaufstrecke der Lokführer schon aus Sicherheitsgründen mit einer gewissen Vorbremmung einsetzen wird, die $g \cdot F \cdot w_{11}$ vergrößert.

Gegeben sei:

w_p = Bremsverzögerung in kg/t; für p_m/sec^2 und 8% umlaufenden Massen zu bestimmen nach der Gleichung $w_p = p_m \cdot 110$ **) + w_{12} wobei auch

w_{12} = Gesamtleerlaufwiderstand im Bereich der Geschwindigkeit $\frac{V_b}{2}$. Die besondere Berücksichtigung dieses

Wertes erübrigt sich, wenn man p_m von vornherein groß genug wählt. Es gelten folgende Gleichungen:

$$\text{Gl. 4) } \dots L_z = L_1 + L_p = \frac{4,24 (V_e^2 - V_b^2)}{1000 \cdot w_{11}} + \frac{4,24 \cdot V_b^2}{1000 \cdot w_p}$$

$$L_z = \text{Weg ohne Dampf in km}$$

$$L_1 = \text{Leerlaufweg in km}$$

$$L_p = \text{Bremsweg.}$$

*) Bei Berechnung der einzelnen Werte des „mittleren Grundfahrschaubildes“ ist immer gradliniger Verlauf der Geschwindigkeitslinie angenommen. Die einzelnen Teilzeiten sind in Minuten berechnet und auch so zeichnerisch dargestellt. (Entgegen der Entwicklung der allgemeinen Gleichungen.)

**) 110 = einzuführende Masse für 1 t Q_g =
 $= M_g = \frac{1000 (1 + 0,01 \cdot \varphi)}{9,81} = \frac{1000 (1 + 0,01 \cdot 8)}{9,81}$
 bei φ = vom Hundertsatz der umlaufenden Massen = 8%.

$$\text{Gl. 5) } \dots T_z = T_1 + T_p = \frac{2 \cdot L_1}{V_e + V_b} + \frac{2 \cdot L_p}{V_b}$$

$$T_z = \text{Zeit ohne Dampf in h}$$

$$T_1 = \text{Leerlaufzeit in h}$$

$$T_p = \text{Bremszeit in h.}$$

An Hand dieser beiden Gleichungen ist der Geschwindigkeitsverlauf im Bereich der Zeit T_z rechnermäßig bestimmbar; das Schaubild (Abb. 2) kann zunächst im Bereich der Punkte A E D und C aufgezeichnet werden. Es ist weiter

$$V_z = \frac{L_z}{T_z}$$

Der φ *) -Wert.

Deckt sich der nach vorstehender Gl. 4) für L_z ermittelte Wert mit dem oben nach der

Gleichung $L_z = L - \varphi \cdot L = L - L_a$ für L_z ermittelten Werte und ist der Geschwindigkeitsverlauf im Bereich der Zeit T_z praktisch möglich, so wird der φ -Wert als möglich gelten können.

Es ist weiter V_z richtig bestimmt, wenn, wie in Abb. 2 dargestellt, die Flächen C D E F und J F E H inhaltsgleich sind; denn nach der Darstellungsweise V über T sind beide Flächen mit Berücksichtigung der Gleichung $L_z = V_z \cdot T_z$ ein Maß für die Größe von L_z . Mit der Bestimmung von T_z ist auch T_a festgelegt nach der Gleichung $T_a = T - T_z$.

Die T_b - und p_m -Werte.

Zur vollständigen Feststellung des „mittleren Grundfahrschaubildes“ für die vorliegenden Sonderverhältnisse fehlt nur noch der Punkt B. Dieser und damit die Zeit T_b und die mittlere Fahrbeschleunigung p_m sind mit Berücksichtigung der Gleichung: $L_p = V_m \cdot T$ zu bestimmen aus der Bedingung, daß die Fläche A L O E gleich der Fläche A B C D E sein muß.

Daraus folgt die Bedingungsgleichung für T_b .

$$V_m T_p = \frac{V_e}{2} T_b + V_e (T_a - T_b) + \frac{L_z}{V_z T_z},$$

aus der mit einigen Umformungen folgt

$$\text{Gl. 6) } \dots T_b = \frac{2 (V_e T_a + \frac{L_z}{V_z T_z} - \frac{L_p}{V_m T_p})}{V_e} = \frac{2 (V_e \cdot T_a + L_z - L_p)}{V_e}$$

Die Beschleunigung p_m in $\frac{m}{\text{sec}^2}$ wird gleich

$$p_m = \frac{V_e \cdot 1000}{3600 \cdot T_b \cdot 3600} = \frac{V_e}{(3,6)^2 \cdot 1000 \cdot T_b(\text{h})}$$

oder bei der Zeitangabe t_b in Minuten gleich $p_m = \frac{V_e}{3,6 \cdot t_b \cdot 60}$.

Weiter wird unter Berücksichtigung von 8% umlaufender Massen der mittlere Beschleunigungswiderstand w_{bm} kg/t bzw. auf die Zeit T_b

$$w_{bm} \text{ in kg/t} = p_m \cdot 110.$$

Der Wert $\frac{T_b}{T_a} = \frac{\text{Anfahrzeit}}{\text{Dampfzeit}}$ ist bis zu gewissem Grade auch schon ein Maß für den Wert b_1 .

Je größer $\frac{T_b}{T_a}$ ist, um so größer ist im allgemeinen b_1 und umgekehrt. Denn mit dem Werte T_b fallen im allgemeinen die unwirtschaftlichen größeren Füllungen und kleineren

*) Es ist $\varphi = \frac{L_a}{L}$, $T_a = \frac{L_a}{V_a} = \frac{\varphi L}{V_a}$, $\frac{T_a}{T} = \varphi_t = \frac{\varphi \cdot L \cdot V_m}{V_a \cdot L} = \frac{V_m}{V_a} \cdot \varphi$
 $\varphi_t = \frac{T_a}{T}$, $T = \frac{L}{V_m}$, $\varphi_t = \varphi$, wenn $V_a = V_m = V_z$ und V_z um so größer, je kleiner w_r und w_s sind und umgekehrt.

Geschwindigkeiten zusammen und mit dem Werte $T_g = T_g \cdot T_b$ die wirtschaftlichen kleineren Füllungen und größeren Geschwindigkeiten. Dies gilt jedoch nur dann, wenn die Belastung Q_g sich in den der Lokleistung angemessenen Grenzen hält. Ist V_z größer als V_m , so ist V_a kleiner als V_m und umgekehrt.

Weiter ist bei gleicher Bremsverzögerung V_z um so größer im Vergleich zu V_m , wenn w_r und w_s klein sind und umgekehrt.

Der Wert V_a weicht außerdem ferner um so stärker von V_m ab je kleiner φ ist.

Nachprüfung der fahrmechanischen und brennstoffwirtschaftlichen Einzelwerte, die bei obigem Beispiel für die zweite Hauptaufgabe Verwendung fanden an Hand des mittleren Grundfahrtschaubildes (Abb. 3).

a) Fahrmechanische Einzelwerte.

Es war gegeben $L_w' = 53\,379$; $\varphi = 0,84$ und damit $L_a' = 44\,800$. Weiter gegeben die Anzahl der Anhalte mit $v = 10\,221$.

Ermittelt L_p zu $\frac{L_w'}{v} = \frac{53\,379}{10\,221} = 5,22$; L_a zu $\frac{L_a'}{v} = \frac{44\,800}{10\,221} = 4,38$

$$t_p \text{ zu } \frac{T_w' \cdot 60}{10\,221} = \frac{1252 \cdot 60}{10\,221} = 7,35 \text{ min}, t_a \text{ zu } \frac{T_a' \cdot 60}{v} = \frac{1058 \cdot 60}{10\,221} \sim 6,17 \text{ min}$$

und L_z zu $L - L_a = 5,22 - 4,38 = 0,84 \text{ km}$.

Ermittelt oben

$w_a = 9,33$ und vom Betrieb angegeben $V_e = 60 \text{ km/h}$

Ermittelt

$$w_b \text{ nach der Gleichung } w_b = \frac{4,24 \cdot 3600}{1000 \cdot 4,38} = 3,5,$$

w_v nach Abb. 1 für $G_w = 167$ und $V_a = 42,4 = 3,5$ und $w_r \sim 0,3$.

Ergibt für

$$w_s = w_a - (w_b + w_v + w_r) = 9,33 - (3,5 + 3,5 + 0,3) \sim 9,33 - 7,3 \sim 2,03.$$

Gewählt V_b zu 49 km/h ;

w_{l1} bestimmt nach

$$1. \text{ der Geschwindigkeit } \frac{V_e + V_b}{2} = \frac{109}{2} = 54,5,$$

$$t_{b \min} = \frac{2 \cdot 60 \left(V_e \frac{t_a}{60} + L_z - L_p \right)}{60} = \frac{2 \cdot 60 \left(60 \cdot \frac{6,17}{60} + 0,84 - 5,22 \right)}{60} = 3,58 \text{ min}.$$

Die mittlere Beschleunigung p_m wird bestimmt nach der Gleichung

$$p_m = \frac{V_e}{3,6 \cdot t_b \cdot 60} = \frac{60}{3,6 \cdot 3,58 \cdot 60} = 0,0776$$

und die dafür erforderliche zusätzliche mittlere, Beschleunigungskraft in kg bei $Q_g = 287 \text{ t}$.

$$\text{Zu } P_b \text{ kg} = Q_g \cdot w_{b \min} = Q_g \cdot 110 \cdot p_m = 287 \cdot 110 \cdot 0,0776 = 2450 \text{ kg}$$

mittlere Beschleunigungskraft

An Hand der so berechneten einzelnen Werte kann das mittlere Grundfahrtschaubild aufgezeichnet werden (Abb. 3). Die einzelnen mittleren Geschwindigkeiten sind:

$$V_m = 42,60; V_a = 42,4 \text{ und } V_z = 42,70.$$

Die vom Betrieb seinerzeit gemachten Angaben bezüglich φ und der einzelnen Geschwindigkeiten dürften von der Wirklichkeit nur noch gering abweichen, denn die den einzelnen Geschwindigkeiten V_m einerseits, sowie V_a und V_z andererseits, entsprechenden Geschwindigkeitsflächen weichen mit 3130 min^2 bzw. 3118 min^2 Flächeninhalt nur unwesentlich voneinander ab.

V_e ist erheblich größer als V_m , weil L_p klein ist. V_e ist aber auch erheblich kleiner als der nach dem Merkbuch des RZM bei $G_w = 167$ noch zulässige V_e -Wert von über 100 km/h bei $w_r + w_s = 2,33 \text{ kg/t}$. Es sind also noch erhebliche Ände-

2. $Q_g = 287$ und mit Berücksichtigung von

3. $w_r = 0,30$ und $w_s = 2,03$

$$\text{zu } \boxed{w_v} + \boxed{w_r} + \boxed{w_s} = 6,33 \text{ kg/t } (w_{l1})$$

w_p = bestimmt zu

$$110 \cdot p_m + w_{l2} = 110 \cdot 0,435 + 5,4 = 53,5 \text{ kg/t } (w_p)$$

Ermittelt nach L_z

$$L_z = L_1 + L_p = \frac{4,24 \cdot (60^2 - 49^2)}{1000 \cdot 7,8^*} + \frac{4,24 \cdot 49^2}{1000 \cdot 53,5} = 0,65 + 0,19 = 0,84 \text{ km}.$$

Ermittelt t_z nach

$$t_{z \min} = t_l + t_p = \frac{2 \cdot 60 \cdot 0,65}{60 + 49} + \frac{2 \cdot 60 \cdot 0,19}{49} = 0,715 + 0,465 = 1,18 \text{ min}.$$

Da sich nach vorstehender Berechnung $L_z = 0,84$ ergibt, wie nach obiger Gleichung $L_z = L_p - L_a$, so dürfte der Durchschnittswert für φ mit $0,84$ im vorliegenden Fall möglich sein.

Als genau richtig kann die ganze Rechnung erst dann gelten, wenn die tatsächlichen Teilwerte $w_r + w_s$ nach dem vorliegenden Streckenbild mit den bei der Rechnung benutzten, bzw. aus ihr abgeleiteten Werten übereinstimmen. Die Ermittlung dieser Werte ist, soweit sie nicht schon für die Fahrzeitermittlung vorhanden sind, jederzeit leicht möglich. Auf diesen Nachweis ist jedoch verzichtet worden, da im wesentlichen das Verfahren nur als solches erläutert werden soll.

Ermittelt weiter

$$V_z \text{ zu } \frac{0,84 \cdot 60}{1,18} = 42,7.$$

Weiter gegeben $V_m = 42,60$ und damit festgelegt die gesamte Fahrzeit für die Strecke L zu

$$t_{\min} = \frac{L_p \cdot 60}{V_m} = \frac{5,22 \cdot 60}{42,60} = 7,35 \text{ min}$$

und weiter festgelegt Fahrzeit unter Dampf zu

$$t_{a \min} = t_{\min} - t_{z \min} = 7,35 - 1,18 = 6,17 \text{ min}$$

Die bei der Gesamtfahrzeit von $t = 7,35 \text{ min}$ für das Anziehen zur Verfügung stehende Zeit $t_{b \min}$ wird bestimmt nach der Gleichung

rungen der Fahrweise möglich und zwar auch bei annähernd demselben Brennstoffverbrauch.

Inwieweit bei der vorliegenden geringen Auslastung der Lokomotive ein höherer V_e -Wert verbunden mit stärkerem Anziehen brennstoffwirtschaftliche Vorteile bietet bzw. fahrplantechnisch möglich ist, kann nur durch Beobachtung des praktischen Betriebes mit Berücksichtigung der besonderen feuerungstechnischen Verhältnisse festgestellt werden.

Aus den ganzen Ermittlungen folgt, daß man mit der vorgeschilderten Behandlungsweise den praktischen Lokomotivdienst in recht fruchtbarer Weise kritisch durchleuchten kann.

b) Brennstoffwirtschaftliche Auswertung einiger Einzelwerte der Zahlentafel 1.

Es war ermittelt b_l zu $1,33$ unter Berücksichtigung eines Zuschlags von 20% infolge des häufigen Anfahrens. Der Wert $b_l = 1,33$ galt für $N_l = 420 \text{ PS}_l$.

*) In der Verwendung des Wertes $7,8$ statt $6,33$ ist berücksichtigt, daß gegen Ende des Leerlaufs bereits eine gewisse Vorbremsung mit einer mittleren zusätzlichen Bremsverzögerung p_m von

$$\frac{7,80 - 6,33}{110} = \frac{1,47}{110} = 0,013$$

bezogen auf die ganze Leerlaufstrecke vorliegt.

Auch für die Berechnung des D_w -Wertes (verdampfte Wassermenge) sollen die Nordmannschen Dauerwerte für c_i bei $N_i = 420 \text{ PS}_i$ wieder direkt benutzt werden.

Der c_i -Wert soll wegen des großen ν -Wertes um 10% größer (also mit $\beta_1 = 0,90$) angesetzt werden als der entsprechende Nordmannsche Wert. Zur Ermittlung der richtigen Verdampfungs-ziffer z wäre ein neuer b_i -Wert ($b_{i1} = \beta_1 \cdot b_i$) $b_i = 0,9 \cdot 1,33 = 1,20$

einzusetzen.

Festgestellt nach dem Schaubild Nordmann Nr. 48 für $V = 40$ und $N_i = 420$, c_i zu $9,4 \text{ kg/PS}_i\text{h}$.

Ermittelt

$$z = \frac{c_i}{b_{i1}} = \frac{9,4}{1,20} = 7,88 \text{ kg/kg.}$$

Erwähnt sei im übrigen hier noch, daß nach den einzelnen Geschwindigkeitsstufen des mittleren Grundfahrschaubildes es möglich ist, mit Verwendung der Nordmannschen b_{i7} und c_i -Werte die richtigen mittleren b_{i7} und c_i -Werte, welche einem bestimmten Fall zugrunde liegen, nachzuprüfen.

Ermittelt die entsprechende Dampfmenge D_w nach der Gleichung

$$D_w = B_w \cdot z = 590\,000 \cdot 7,88 = 4\,640\,000 \text{ kg.}$$

Bei einer Heizfläche von $H = 142,3 \text{ m}^2$ und einer Gesamtstundenzahl von $T_a = 1058 \text{ h}$ ergibt sich eine Heizflächenbeanspruchung von

$$d_i = \frac{4\,640\,000}{142,3 \cdot 1058} = 31,0 \text{ kg/m}^2 \text{ h.}$$

Bei einem Kesseldruck $p_K = 12 \text{ atü}$,

„ einer Überhitzung $t_{\text{ü}} = 300^\circ \text{ C}$,

„ einem Wärmeinhalt $i_u = 726,0 \text{ kcal}$,

„ einer Speisewassertemperatur $t_{w2} = 90^\circ \text{ C}$,

„ einem Heizwert $H_u = 7500 \text{ kcal}$

wird der Kesselwirkungsgrad

$$\eta = z \cdot \frac{(i_u - t_{w2})}{H_u} = \frac{7,88 \cdot 636}{7500} = 0,67.$$

An Hand der so ermittelten Einzelwerte ist es jederzeit möglich, zu prüfen, ob die der Berechnung nach Zahlentafel 1 zugrundegelegten Werte sich mit der Wirklichkeit decken können. Als richtig kann die vollständige Ermittlung erst gelten, wenn alle Werte sich folgerichtig in die ganze Rechnung eingliedern lassen. Wenn auch zur Kritik der so gefundenen Werte noch weitere Feststellungen zweckdienlich wären, so soll doch in diesem Zusammenhang davon abgesehen werden. Andererseits dürfte das Gesagte genügen, um die innere Abhängigkeit zu erkennen, und da es bei Durchführung der Rechnung zunächst weniger darauf ankommt, absolut genaue Werte zu bekommen als vielmehr die Zusammenhänge im ganzen zu erläutern.

Anwendungsversuch der vorgeschilderten Berechnungsweise auf größere und gemischte Leistungseinheiten.

In der Zahlentafel 1 waren die Ergebnisse einer rechnungsmäßigen Untersuchung für eine bestimmte Dienstgruppe

*) Es ist

$$N_i = \frac{D_w}{c_i/\beta_1 \cdot T_a} = \frac{\beta_1 \cdot D_w}{c_i \cdot T_a} = \frac{B_w}{b_i \cdot T_a},$$

woraus mit Verbindung der beiden besonders bezeichneten Quotienten folgt

$$D_w = B_w \cdot \frac{c_i}{\beta_1 \cdot b_i} = B_w \cdot \frac{c_i}{b_{i1}} = B_w - z \quad \text{und} \quad z = \frac{c_i}{b_{i1}}.$$

niedergelegt, die letzten Endes den Zweck hat, die Abhängigkeit eines zuverlässigen Brennstoffverbrauchssatzes von den einzelnen ihn maßgeblich beeinflussenden Faktoren festzulegen. Die gleiche Untersuchung läßt sich auch ohne weiteres auf ganze Dienststellen, und übergeordnete Stellen übertragen und schafft so die Möglichkeit eine sichere Vergleichsgrundlage für die verschiedensten Verbrauchsstellen, an der es bisher noch fehlt, zu finden.

Eine überschlägliche Berechnung nach der durch die Zahlentafel 1 gekennzeichneten Art ergab z. B. für eine Reichsbahndirektion mit erheblichen Geländeschwierigkeiten

in einem Sommermonat eine Kennziffer von $k = 9,00$

„ „ Wintermonat „ „ „ $k = 9,26$

und für eine solche mit geringeren Geländeschwierigkeiten

in einem Sommermonat eine Kennziffer von $k = 7,25$ und

„ „ Wintermonat „ „ „ $k = 8,00$.

Die so gefundenen und g. F. weiter fortzubildenden Kennziffern erscheinen brauchbar für die Bildung zuverlässiger Brennstoffbedarfssziffern. Der Vorteil gegenüber der jetzigen Beurteilung der brennstofftechnischen Wirtschaftlichkeit im Lokomotivdienst nach dem Kohlenverbrauch allein besteht darin, daß bei der durchgeführten Berechnungsweise getrennt wird, einmal nach den inneren, also mehr allgemein gültigen Faktoren (b_i), sowie den äußeren und rein örtlich gültigen Faktoren w_a und andererseits zwischen solchen, die allein von der mittleren Außentemperatur und solchen, die von der Art der erforderlichen Arbeitsleistung abhängen. Es dürfte von Interesse sein, die Darstellung einmal auf die einzelnen Reichsbahndirektionen der ganzen Reichsbahn anzuwenden. Die nach der Benutzungsart der meist gebrauchten Lokgattung zu beurteilenden b_i -Werte werden nur in verhältnismäßig engen Grenzen schwanken dürfen, die man an Hand der Nordmannschen Werte genau verfolgen kann. Die b_i -Werte sind also bei allen Direktionen nach den gleichen allgemein festliegenden Grundsätzen zu beurteilen. Die w_a -Werte werden je nach der vorliegenden Betriebslage und den Geländeschwierigkeiten sich erheblich stärker ändern und verlangen immer eine Sonderberücksichtigung. Doch die einmal ermittelten w_a -Werte werden, wenn keine wesentliche Änderung der Betriebslage eintritt, im mittleren monatlichen Durchschnitt bis zu gewissem Grade konstant bleiben. Die Zerlegung in die einzelnen Teilwerte gibt einen guten Anhalt für ihre jeweilige Größenbeurteilung.

Von der Außentemperatur wird wesentlich nur die Heizung beeinflusst, ferner bis zu einem gewissen Grade auch der Grundwiderstand in den Lagern (Vergrößerung der Lagerreibung durch Ölverdünnung bei langsamfahrenden und häufig längere Zeit haltenden Zügen). Von den Windverhältnissen wird nur der Teil des Widerstandes w_v , der über den Grundreibungswiderstand hinaus vorliegt, beeinflusst (Windeinfluß bei schnell fahrenden Zügen). Ferner kann bei besonderem kaltem Wetter die Verbrennung auf dem Roste beeinflusst werden, insofern, als infolge Zuführung zu kalter Verbrennungsluft die Schlackenschwierigkeiten steigen und die Verbrennungstemperatur in der Feuerbuchse sinkt, was wieder den Wärmeübergang durch Strahlung in letzterer verkleinert. Die Speisung kälteren Kesselspeisewassers spielt bei Lokomotiven mit Vorwärmern eine geringe Rolle. Alle für die Durchführung vorstehender Untersuchungen erforderlichen Werte können aus der vorhandenen Statistik bei zweckentsprechender Verwertung und Fortbildung entnommen werden.

Persönliches.

Bruno Ritter von Enderes †.

Mit Sektionschef von Enderes ist am 17. Oktober d. J. im 64. Lebensjahre ein Mann zur ewigen Ruhe eingegangen, dessen Name in der Fachwelt des In- und Auslandes als Eisenbahningenieur und als Forscher auf dem Gebiete der Verkehrswege rühmlich bekannt ist und der mit der Entwicklung des Eisenbahnwesens seiner Heimat, Österreich, dauernd verbunden bleibt.

Nachdem er unter dem Altmeister des Tunnelbaues, von Rziha, als Assistent an der Technischen Hochschule in Wien seine Studien vertieft hatte und bei der Wiener Stadtbahn in die Praxis des Eisenbahnbaues eingeführt worden war, wurde er in die damalige Eisenbahnbaudirektion einberufen, welcher die Durchführung des Baues der Tauern-, Karawanken-, Wocheiner-, Pyhrn- und anderer Bahnen oblag. Hier war er deren Direktor, Sektionschef Wurm, zur unmittelbaren Dienstleistung zugeteilt, dessen Vertrauen ihm dank ebenso eifriger, wie ersprießlicher Tätigkeit in noch jungen Jahren die selbständige Leitung des schwierigen Baues der elektrischen Bahn Trient—Male, einer Erstaufführung ihrer Art, übertrug. Im Jahre 1908 zur Aussig-Teplitzer Eisenbahngesellschaft berufen, wurde er dort bald in Nachfolge Rosches zum Generaldirektor ernannt. Als solcher trat er in nähere Beziehungen zum Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen, in dessen Kreisen sein Wesen und Wirken schon 1911 so hoch geschätzt wurde, daß ihn der Technische Ausschuß in den Preisausschuß entsandte, dem er, seit 1922 stellvertretender Vorsitzender, bis zum Jahre 1925 in freudiger Verbundenheit angehörte.

Als es 1917 in schwerer Kriegszeit galt, die verwaiste Verkehrssektion des österreichischen Eisenbahnministeriums einer besonders erfahrenen, entschlossenen und doch verbindlichen Führung anzuvertrauen, fiel die Wahl auf von Enderes, dem es gelang, die ihm übertragenen, ebenso großen wie verantwortlichen Aufgaben erfolgreich zu bewältigen. Darüber hinaus war es seiner Tatkraft beschieden, den Betrieb der österreichischen Staatsbahnen als Unterstaatssekretär durch die bewegten Zeiten des Umsturzes fast reibungslos in das arg verstümmelte Netz der Österreichischen Bundesbahnen überzuleiten und deren Überführung aus dem staatlichen in den Betrieb eines selbständigen Wirtschaftskörpers anzuregen und vorzubereiten.

Nach Bildung desselben 1923 in die Verwaltungskommission der Österreichischen Bundesbahnen berufen, stellte er seine reichen Erfahrungen selbstlos in den Dienst

der neuen Betriebsführung und widmete seine freie Zeit in rastloser Tätigkeit sowohl forschendem Rückblick auf sein bisheriges Berufsgebiet wie der Förderung des öffentlichen Wohles. Der Begriff „Ruhe“ war ihm fremd; bis in seine letzten Tage war sein Leben von Arbeit erfüllt, noch in diesem Jahre berief ihn allseitiges Vertrauen an die Spitze eines Schiedsgerichts.

Zahlreiche schriftstellerische Arbeiten von ursprünglichem Werte sind seither seinem nimmermüden Geiste entsprossen, als viel berufener Redner wußte er durch inhaltsreiche und formvollendete Vorträge das Interesse führender Vereinigungen des Ingenieurstandes zu wecken und zu lenken.

Der diesem Gedenken gezogene knappe Raum gestattet es nur, hier seine „die österreichischen Eisenbahnen“ betreffenden Ausführungen in dem Werke der Carnegie-Stiftung „Verkehrswesen im Kriege“, sowie seine Abhandlungen über die Geschichte der Alpenstraßen und Alpenbahnen, über die Anfänge des österreichischen Eisenbahnwesens und über die technischen Grundlagen der Donauschifffahrt zu erwähnen.

Seinem ebenso uneigennützigem, wie unermüdlichen Wirken blieb vielseitige Anerkennung nicht vorenthalten. Besitzer hoher in- und ausländischer Orden, u. a. des großen Ehrenzeichens mit dem Stern für Verdienste um die Republik Österreich, war er akademischer Ehrenbürger der technischen Hochschule in Wien, Mitglied der Staatsprüfungskommission dieser und der deutschen technischen Hochschule in Prag, Präsident des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, Kurator des technischen Museums und Mitglied des Forschungsinstitutes für die Geschichte der Technik in Wien.

Ein begeisterter Weidmann und Wanderer, hat er sich durch sein heiteres und liebenswürdiges Gehaben viele Freunde erworben, die mit ihm in guten wie in trüben Tagen treu verbunden blieben; rührend war die Anhänglichkeit, mit der er, der früh verwaiste, an seiner ob ihres vornehmen Wesens auch in Vereinskreisen hochgeschätzten Pflegemutter bis an sein Lebensende hing.

Die Grundzüge des Charakters dieses aufrechten Mannes: Offenheit und Treue, Gerechtigkeit und Hilfsbereitschaft, gepflegte Geistes und Herzensbildung, Begeisterung und Opferfreudigkeit für alles Hohe, Edle und Schöne haben eine Persönlichkeit geformt, die allen, die ihm nähertreten konnten, unvergeßlich bleiben wird.

Sein Name wird in der Geschichte des Vereines stets in Ehren gehalten werden. Trnka.

Rundschau.

Lokomotiven und Wagen.

„Rona“-Zähler zur mechanischen Feststellung des Brennstoffverbrauchs und der Fahrleistung von Lokomotiven.

Der auf der Lokomotive anzubringende Rona-Zähler nimmt die Berechnung des normalen Brennstoffverbrauchs (Brennstoffnorm) unter Berücksichtigung aller Belastungsfaktoren der Lokomotive völlig selbsttätig vor. Gleichzeitig bietet er der Bemannung die Möglichkeit die Maschine auf die wirtschaftlichste Weise zu bedienen. Der Apparat umfaßt außer einigen Zeigevorrichtungen drei Meßeinrichtungen, wovon die eine die Brennstoffnorm auf Grund der Zylinderfüllungsgrade und der Fahrgeschwindigkeit, die zweite die monatliche Kilometerprämie, nach Maßgabe der zurückgelegten Fahrstrecke und die dritte die Fahrstrecke selbst aufzeichnet. Außerdem werden der augenblickliche Füllungsgrad und der zurückgelegte Weg noch durch Zeiger und Skala angezeigt. Zur Berechnung der Verbrauchsprämien wird

die registrierte Brennstoffnorm abgelesen und mit dem tatsächlichen Brennstoffverbrauch nach den Verbrauchsscheinen verglichen. Die Brennstoffnorm erscheint als Funktion des Füllungsgrades und der Fahrgeschwindigkeit, indem ein Zählrad von der Steuerschraube aus mittels Gestänges auf einer umlaufenden waagerechten Scheibe, die von einem Lokomotivrad angetrieben wird, verschoben wird. Die Scheibe treibt das Zählrad durch die Reibung an. Die Winkelgeschwindigkeit des Zählrades ist um so größer, je weiter es vom Mittelpunkt seiner Antriebsscheibe entfernt ist und je rascher diese läuft. Der Zähler arbeitet nur bei geöffnetem Regler, und dann nur solange der Dampfdruck im Einströmrohr der Lokomotive oberhalb eines bestimmten Wertes liegt, d. h. nicht bei unwirtschaftlicher Drosselung. Im Füllungsgrad sind das Gewicht des Zuges, dessen Achszahl, der Gleiswiderstand, die Wetterverhältnisse, Art und Zustand der beförderten Fahrzeuge berücksichtigt. Die Kilometergelder werden

selbsttätig, ebenfalls mit Hilfe einer Reibschleibe und eines Zählrades so berechnet, daß die Prämie von einer Mindestkilometerzahl bis zu einer gewissen Höhe je Kilometer etwas ansteigt und dann gleich bleibt. Wenn eine Zahlung von Kilometergeldern in den Dienstvorschriften nicht vorgesehen ist, so kann der Messer zur besseren Feststellung der virtuellen Kennziffern dienen. Der Apparat arbeitet fehlerfrei und scheidet jede etwaige Betrugsabsicht seitens des Personals aus, da er versiegelt und von einem Schutzgehäuse umgeben ist. Alle Teile der Übertragung, auch die zugänglichen, können nicht anders als durch das Rad und die Steuerschraube in Bewegung gesetzt werden. Der Zähler kann in sehr weiten Grenzen eingestellt werden. Er ist in den Hauptländern geschützt und wurde von der Zugförderungsversuchsabteilung der Rumänischen Staatseisenbahnen auf einer P 8-Lokomotive (rum. Reihe 230) erprobt, wobei sich ergeben hat, daß er die Arbeit der Lokomotivbesatzung viel gerechter entschädigt als die üblichen Berechnungsverfahren. Es darf außerdem erwartet werden, daß er sehr geeignet ist, den Verbrauch und die Unterhaltung der Fahrzeuge günstig zu beeinflussen. Der Rona-Zähler beansprucht 40,5 cm Höhe und eine Grundfläche von etwa 38 auf 26 cm. Schn.

(Rev. univ. Mines 1934.)

Sodaüberschuß im Lokomotivkessel und Überkochen.

Der Einsatz von Soda in den Lokomotivkessel in genügender Menge um eine Alkalität aufrecht zu erhalten, die hinreicht, die Kesselsteinbildung vollständig in Form von Schlamm auszufällen, hat sich bei Verschiebelokomotiven der Italienischen Staatsbahn gut bewährt*). Bei Streckenlokomotiven stellen sich diesem Verfahren einige Schwierigkeiten entgegen durch die Verschiedenheit des gefaßten Speisewassers, der größeren, zwischen zwei Kesselwaschungen zu verdampfenden Wassermengen und der Notwendigkeit, in Anbetracht des wichtigeren Dienstes, Störungen durch Überkochen zu vermeiden.

Die Verschiedenheit der Härte des Speisewassers auf einer bestimmten Strecke läßt sich bei einer bekannten Diensterteilung der Lokomotiven durch Ermittlung des Durchschnittswertes und entsprechendem Sodazusatz Rechnung tragen. Sollte infolge einer Unregelmäßigkeit trotzdem vorübergehend Sodamangel eintreten, so wird ein schwacher Kesselsteinansatz leicht zum Verschwinden gebracht, wenn die Lokomotive wieder im regelmäßigen Dienst steht, da ja der Sodazusatz so bemessen wird, daß in der Regel ein Überschuß besteht. Infolge der zu behandelnden großen Wassermenge darf die Soda nicht auf einmal, sondern sie muß in regelmäßigen täglichen Mengen beigegeben werden um die Alkalität des Wassers im Anfang nicht zu sehr zu steigern. Die Beimischung der Soda und das Abschlämmen des Kessels werden in längere Betriebspausen verlegt, damit die Mannschaft auf der Strecke nicht belastet wird. Die korrosive Wirkung des so behandelten Wassers auf die Kesselflächen ist zwar etwas höher als die des nicht behandelten, aber doch bedeutend geringer als jene des nach dem Kalk-Soda-Verfahren enthärteten Wassers.

Die Förderung der kaustischen Sprödigkeit ist beim Sodaüberschußverfahren nicht zu befürchten. Die stärkste Konzentration von Ätznatron (NaOH), welche in den Versuchskesseln festgestellt wurde, betrug 0,39 g/l und ist somit weit entfernt von der gefährlichen Konzentration, die über 100 g/l liegt. Außerdem bildet sich Natriumsulfat (Na_2SO_4), das der kaustischen Sprödigkeit entgegenwirkt.

An Lokomotiven der Gruppe 740 wurden besonders Beobachtungen über das Überkochen gemacht. Bei dieser Gattung ist der Wasserinhalt des Kessels (mit 10 cm über

Feuerbüchse)	5,8 m ³
der Dampfinhalt des Kessels	2,6 „
der Betriebsdruck	12 atü
die normale Dampferzeugung	8100 kg/h.

Die Tagesleistung der Lokomotiven betrug durchschnittlich 130 km, die Leistung zwischen zwei Kesselwaschungen 750 km. Das zwischen zwei Waschungen gespeiste Wasser von durchschnittlich 9,5 französischen Graden bleibender Härte belief sich auf 103 m³. Da das Wasser einiger Wasserkrane alkalisch war, betrug die zur Enthärtung auf 0° nötige Sodamenge nur 8 kg, während sich rechnermäßig ein Sodazusatz von $103 \times 9,5 \times 12 =$

= 11700 g ergibt. Das Überkochen konnte mittels des Wasserstandsglases durch plötzliches und unvorhergesehenes Schwanken des Wasserstandes, Aufwallen und Schaumbildung sowie am Schornstein durch das sogenannte Spucken des Kessels beobachtet werden. Es wird verursacht durch die im Wasser gelösten Salze und schwebenden Stoffe, die Gegenwart von Öl oder Gasen. Das Überreißen von Wasser kann bekanntlich auch erfolgen durch zu hohen Wasserstand, zu rasches Öffnen des Reglers oder plötzliche starke Dampfentnahme. Hier interessieren nur die Eigenschaften des Wassers. Außer den betrieblichen und wirtschaftlichen Nachteilen, die mit der Verwendung nassen Dampfes verknüpft sind, wird die Neigung zum Überkochen sehr lästig, weil die Mannschaft unsicher wird, ob sich genügend Wasser im Kessel befindet und weil in der Bedienung des Reglers und der Speisevorrichtung besondere Sorgfalt nötig wird. Das Überkochen wird auch bei Lokomotiven ohne „innere“ Wasserbehandlung beobachtet bei gewissen natürlichen Beimengungen zum Speisewasser und bei Wasser, das nach dem Kalk-Soda-Verfahren enthärtet ist, besonders wenn seit dem letzten Kesselwaschen längere Zeit verstrichen ist. Glaubersalz (Na_2SO_4) haltiges Wasser neigt im hervorstechendsten Maß zum Überkochen.

Sowohl bei überkochendem Kessel, als auch, wenn diese Erscheinung nicht eintrat, wurden Wasserproben an der Feuerbüchse mittels des Probierhahnes entnommen und chemisch untersucht. Wenn nach drei Tagen erstmals und dann täglich abgeschlammmt wurde, blieb der Gehalt des Wassers an gelösten Stoffen vom dritten Tage an fast gleich (3,3 bis 3,56 g/l, davon 0,55 g/l Soda), während die Menge des schwebenden Schlammes am Ende des zweiten 0,94, dritten 2,87, vierten 3,87, fünften 4,49, sechsten Tages 4,51 g/l erreichte. Ein Überkochen trat ein unter 100 Fällen, wenn der Schlammgehalt

0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5 g/l war:
niemals,	23	50	56	100 mal.

Bei den italienischen Versuchen war es nicht möglich, den Einfluß des schwebenden Schlammes und der verschiedenen gelösten Salze (besonders Glaubersalz — bis 1,56 g/l, Chlornatrium — bis 0,70 g/l, Soda — bis 0,55 g/l) im einzelnen, bzw. in ihrer Wechselwirkung festzustellen. Laboratoriumsversuche der Darmstädter Technischen Hochschule*) aber zeigen, daß auch bei Abwesenheit von suspendiertem Schlamm ein Schäumen des Wassers eintreten kann, was von der Konzentration der gelösten Salze abhängt. Die kritischen Grenzen sind:

NaOH	Na_2SO_4	Na_2CO_3	NaCl
0,25%	0,4%	0,45%	1%.

Trotz des schlechten Speisewassers auf der Versuchsstrecke Empoli—Florenz—Terontola erreichte die Sättigung des Kesselinhalts mit Salzen nach sechs Betriebstagen, wie oben erwähnt, nur 0,356%. Die gelösten Salze führen also viel weniger das Überkochen herbei als der im Wasser schwebende Schlamm.

Bei nicht behandeltem Wasser war vor dem Kesselwaschen der Gehalt an gelösten Stoffen 2,99 g/l (gegen 3,56) und an schwebendem Schlamm 0,66 (gegen 4,51). Die betreffenden Kessel kochten nicht über, dafür aber setzte sich harter Kesselstein an. Kessel, die abwechselnd mit nach dem Kalk-Soda-Verfahren gereinigtem Wasser und mit Rohwasser gespeist wurden, waren dem Überkochen dagegen auch ausgesetzt.

Die Versuche zeigten, daß der zur vollständigen Niederschlagung der Kesselsteinbildung in Schlammform nötige geringe Sodaüberschuß weder die kaustische Sprödigkeit noch das Überkochen verursacht. Nach Untersuchungen von Hall**) muß der Quotient $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4$ zur Ausfällung des Kesselsteins in Schlammform mindestens betragen:

bei 7,2 atü Kesseldruck	0,045
„ 10,5 „ „	0,088
„ 21,6 „ „	0,285.

Durch eine gute Abschlammvorrichtung muß der Schlamm aus den Lokomotivkesseln mit „innerer“ Reinigung regelmäßig entfernt werden. In dem Grade als dies gelingt, stören die gelösten Salze weniger und braucht mit dem Schlamm weniger Wasser abgelassen werden, was immer Verluste an Wärme und an Sodaüberschuß mit sich bringt. Schn.

Riv. tecn. Ferr. Ital.

*) Forschungsheft 341.

**) J. Soc. chem. Ind. Bd. 50, Nr. 43, 1931.

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, S. 342.