

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

84. Jahrgang

20. September 1929

Heft 18/19

Fachheft:

## Ungarn

Der am 25./27. September 1929 in Budapest tagenden 61. Vereinsversammlung gewidmet.

### Zur Einführung.

Die Schriftleitung des Organs, des altangesehenen und weitverbreiteten techn. Fachblattes des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, hat durch die vorliegende, der in Budapest stattfindenden 61. Vereinsversammlung gewidmete Fest-Nummer einem langgehegten Plan der Direktion der k. ung. Staatsbahnen zur Erfüllung verholten. Durch Herausgabe dieses Fachheftes ist uns die Möglichkeit gegeben, Entwicklung und Leistungen, Organisation und Bestrebungen der ungarischen Eisenbahnen sowie ihre Aufgaben im wirtschaftlichen Leben Ungarns und im internationalen Verkehr in einer so umfassenden Art und vor einer so großen Öffentlichkeit zu schildern, wie wir bisher noch nie Gelegenheit hatten.

An der Ausstattung der besonderen „Ungarn“-Nummer des Organs haben sich außer dem Beamtenkörper der ungarischen Eisenbahnen auch einige hervorragende Vertreter des ungarischen Verkehrswesens und wissenschaftlichen Lebens beteiligt, damit die geehrten Leser des Organs die ungarischen Eisenbahnen nicht allein aus den Beschreibungen der Eisenbahner von Beruf, sondern auch aus den Anschauungen und Meinungen der außerhalb des Eisenbahnwesens stehenden, mit Verkehrsfragen wissenschaftlich beschäftigten Fachmänner kennen lernen.

Gern bin ich selbst dem Ersuchen nachgekommen, zur Einführung einen allgemeinen Überblick über die ungarischen Eisenbahnen, ihre Entstehung, Entwicklung und — in besonderer Berücksichtigung der k. ung. Staatsbahnen — ihre gegenwärtige Lage und Bestrebungen zu geben.

Ohne diese Entwicklungsgeschichte wäre eine Darstellung der ungarischen Eisenbahnverhältnisse unverständlich. Ein besonders tief einschneidendes Ereignis bildet der schmerzliche Friedensvertrag von Trianon, in dem Ungarn über zwei Drittel seiner Bodenfläche entrissen und natürlicherweise auch dem ungarischen Eisenbahnnetz große Verluste mit in vielen Beziehungen unhaltbaren Folgeerscheinungen zugefügt wurden.

**Staatssekretär von Samarjay,**

Präsident der Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

### Inhalt:

	Seite		Seite
Die ungarischen Eisenbahnen. Von Staatssekr. v. Samarjay, Präsident d. Direktion d. k. ung. Staatseisenbahnen	312	Die Ausbildung der Werkstattelehrlinge. Von Oberinspektor Ing. Fischer, Direktion der k. ung. St.	339
Die Dampflokomotiven der k. ung. Staatseisenbahnen. Von Ministerialrat Ing. von Länér, Direktion der k. ung. St.	318	Der Zugförderungsdienst der k. ung. Staatseisenbahnen. Von Oberinspektor Ing. Hajesi, Abteilungsvorstand der Direktion der k. ung. St.	340
Neue Wagenbauarten der k. ung. Staatseisenbahnen. Von Oberinspektor Ing. Pfeiffer, Direktion der k. ung. St.	325	Zugförderungsanlagen der k. ung. Staatseisenbahnen. Von Inspektor Ing. Bagyik, Direktion der k. ung. St.	344
Förderung des Personenverkehrs auf den Lokalbahnen durch Triebwagen und Kleinlokomotiven. Von Oberingenieur Hirschmann, Direktion der k. ung. St.	330	Die Brikettfabrik der k. ung. Staatseisenbahnen. Von Inspektor Ing. von Tóth, Direktion der k. ung. St.	347
Der Werkstättendienst bei den k. ung. Staatseisenbahnen. Von Oberinspektor Rózsa, Direktion der k. ung. St.	335	Die Einführung der Kunze-Knorr-Güterzugbremse bei den k. ung. Staatseisenbahnen. Von Ing. Szentgyörgyi, Oberregierungsrat Direktor der k. ung. St.	348
Arbeitsorganisation und Stückzeit-Entlohnung in den Werkstätten der k. ung. Staatseisenbahnen. Von Oberinsp. Ing. Gyenes, Abteilungsvorstand der Direktion der k. ung. St.	336	Die Elektrisierungsarbeiten der k. ung. Staatsbahnen. Von Ing. von Verebely, Prof. an der techn. Hochschule Budapest, Vorstand des Elektrisierungsbüros, Direktion der k. ung. St.	350
Technische Einrichtung und Arbeitsverfahren der Hauptwerkstätte in Dunakeszi. Von Oberinspektor Ing. Beöthy und Oberingenieur Diener, Direktion der k. ung. St.	338	Zur Geometrie des Laufwerkes der Eisenbahnwagen. Von Oberinspektor Ing. Rónai, Abteilungsvorstand, Direktion der k. ung. St.	354

Seite	Seite
<p>Verteilung der Masse der Treibstange auf den Kreuzkopf und Kurbelzapfen. Von Oberingenieur Emmerich von Kisfaludy, Direktion der k. ung. St. . . . .</p> <p>Das k. ung. Verkehrsmuseum. Von Dr. Ing. Julius von Geduly, Museumsdirektor . . . . .</p> <p>Bestrebungen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes bei den k. ung. Staatseisenbahnen. Von Kornel v. Zelovich, Prof. an der techn. Hochschule Budapest</p> <p>Grundsätzliches über die Verwendung von Öltriebwagen. Von Dipl.-Ing. Dr. Gabriel von Veress, Betriebsdirektor der k. ung. St. in Szeged . . . . .</p> <p>Tränkung mit einer Mischung von Buchenholzteeöl und Mineralölprodukt. Von Dipl.-Ing. Oberinspektor Josef Gellért . . . . .</p> <p>Der Bau des Personenausbaues des Werkes Dunakeszi und seiner Wohnsiedlung. Von Dipl.-Ing. Oberinspektor Alexander Görög . . . . .</p> <p>Die Prüfung des ungarischen Bauxitzementes. Von Dipl.-Ing. Inspektor Eugen Kiss . . . . .</p> <p>Eigenstörungen in länger befahrenen Schienen. Von Ing. Insp. Johann von Pesky und Obering. Theodor Wagner . . . . .</p> <p>Die Druckverteilung in kohäsionslosen Massen. Von Von Dipl.-Ing. Josef Nemsek . . . . .</p> <p>Die Bemessung von Eisenbetonquerschwellen nach der Theorie und der Erfahrung. Von Dipl.-Ing. Oberinsp. Géza Mendl . . . . .</p>	<p>Die Eisenbahnanlagen des Budapest Handels- und Industriehafens. Von Dipl.-Ing. Insp. Eugen Dörre . . . . .</p> <p>Die Eisenbetonschwellen der k. ung. Staatsbahnen. Von Dipl.-Ing. Insp. Ludwig Ruzitska . . . . .</p> <p>Schienenschweißungen bei den ungar. Vollbahnen. Von Dipl.-Ing. Insp. Ludwig Ruzitska . . . . .</p> <p>Sicherungsarbeiten an der Balaton-(Plattensee-)Bahn. Von Oberingenieur Josef Laky . . . . .</p> <p>Beiträge über Schienenwanderung und Wärmedehnung der Schienen. Von Obering. Eugen Jurenák . . . . .</p> <p>Neuartiger Weichenspitzenverschluß (Bauart Eicher). Von Dipl.-Ing. Oberinsp. Otto Frank . . . . .</p> <p>Wiederherstellung der im Jahre 1919 gesprengten Eisenbahnbrücken (Theißbrücken) in Ungarn. Von Direktor St. Rotter . . . . .</p> <p>(Wiederherst. der gesprengten Theißbrücke bei Tiszafüred. Von Dipl.-Ing. Alexander Frigyes)</p> <p>(Wiederherst. der gesprengten Theißbrücke bei Csongrád. Von Dipl.-Ing. Stephan Jobbágy)</p> <p>Neuerungen und Neuerungsbestrebungen im Fachdienste für Bahnerhaltung bei den kön. ung. Staatseisenbahnen. Dipl.-Ing. Insp. Ernst v. Tomassich . . . . .</p> <p>Über den Oberbau der k. ung. Staatsbahnen. Von Dipl.-Ing. Oberinspektor Karl Allodiatoris . . . . .</p> <p>Hochbauten . . . . .</p>

## Die ungarischen Eisenbahnen.

Von Staatssekretär von Samarjay, Präsident der Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Hierzu Tafel 19.

Das vormalige Groß-Ungarn, an der östlichen Grenze von Mitteleuropa gelegen, umschloß das ganze mittlere Donau- becken und seine natürlichen Grenzen waren auf drei Seiten der Gebirgskranz der Karpathen und im Süden die Donau, Drau und Save. Infolge dieser natürlichen Begrenzung bildete das ganze Land eine auch geographisch zusammenhängende wirtschaftliche Einheit, in welcher die Lebensfähigkeit der einzelnen Gegenden dadurch gesichert war, daß sie in wirtschaftlicher Beziehung aufeinander angewiesen waren.

Eine naturgemäße Folge der geographischen Lage war, daß Ungarn, in den internationalen Verkehr eingeschaltet, durch das Donaubecken als unmittelbarste und geradeste Weglinie seit Jahrhunderten die Rolle der Verbindungs- brücke spielte, über welche die europäische Kultur gegen den Orient strömte; andererseits wurde Ungarn durch die Vermittlung des Warenaustausches zwischen dem Orient und Okzident zu einem wesentlichen Glied des mittel- europäischen Durchgangsverkehrs und dadurch auch des Welthandels.

Durch diese geographische Lage war auch die Grundlage zum planmäßigen Ausbau des Eisenbahnnetzes gegeben, als in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts infolge der eifrigen Tätigkeit des Grafen Stefan von Széchenyi, der die Wichtigkeit der Eisenbahn vermöge seiner ausländischen Erfahrungen früh erkannte, sowie seiner bahnbrechenden Mitarbeiter, der Bau von Eisenbahnen auch auf ungarischem Boden begann.

Dem ursprünglichen Plane gemäß, welcher trotz ander- weitiger Versuche schließlich voll und ganz zur Geltung gelangte, sollten strahlenförmig von Budapest, dem natürlichen Mittelpunkt des Landes, ausgehende Linien in den von der Natur angedeuteten unmittelbaren Wegerichtungen die Rand- gebiete mit dem Herzen des Landes verbinden, ihre Roh- produkte einsammeln, die Erzeugnisse der Kultur und des

wirtschaftlichen Lebens verbreiten und durch die geeigneten Übergangspunkte auch mit dem Ausland zweckmäßige Ver- bindungen herstellen.

Die stufenweise Entwicklung der ungarischen Eisenbahn- linien ist auf Taf. 19, Abb. 2—5 veranschaulicht. Es ist daraus auch ersichtlich, daß die Pioniere des ungarischen Eisenbahnbaues für die Einschaltung der Eisenbahnen in den internationalen Verkehr und dadurch in den Welthandel ihr Ziel fest im Auge hatten, und daß auch die späteren Träger des ungarischen Verkehrswesens darauf bedacht waren, dieses Ziel in möglichst vollkommener Weise zu erreichen.

Zum Beweise führen wir folgende Zeilen des großen Reformators Graf Stefan von Széchenyi an (aus seinem bedeutenden Werk: „Vorschlag zur Ordnung des ungarischen Verkehrswesens“, erschienen am 25. Januar 1848, welches er als damaliger Verkehrsminister dem Reichstag unterbreitete):

„Der Sammelpunkt der Entwicklung des un- garischen Handels und der Industrie ist Budapest, das Herz des Landes, bezüglich dessen die einzelnen Verkehrslinien als jene Hauptadern betrachtet werden können, welche das Blut aus dem Her- zen bis zu den Grenzen des Landes leiten. Dem- nach muß man die Hauptlinien von Budapest als Mittelpunkt ausgehend derart weiterführen, daß dadurch ermöglicht wird, unser Vaterland in den Weltverkehr einzuschalten und diese Wohl- tat womöglich auf das ganze Land auszubreiten.“

### I. Zustand und Entwicklung der Eisenbahnen bis zum Friedensvertrag von Trianon.

Trotz der schweren und kritischen Zeiten, welche auf die Niederwerfung des nationalen Freiheitskampfes von 1848/49 folgten, wurde das ungarische Eisenbahnnetz nach

dem 15. Juli 1846, als die erste ungarische Eisenbahn mit Dampfbetrieb zwischen Pest und Vác—(Waitzen) dem öffentlichen Verkehr übergeben wurde, durchaus im Sinne der politischen Grundsätze des Grafen Széchenyi ausgebaut. Diese Grundsätze bezweckten nicht allein die Befriedigung der besonderen Interessen Ungarns, sondern dienten auch den wirtschaftlichen Interessen von ganz Mitteleuropa.

In den der Eröffnung der ersten Bahn folgenden Jahren wurde durch den nationalen Freiheitskampf von 1848/49, sowie durch die nach seiner Niederwerfung entstandenen unsicheren wirtschaftlichen und politischen Zustände eine kräftigere Entwicklung des Eisenbahnnetzes verhindert, so daß bis zum Jahre 1867 bloß 2153 km gebaut werden konnten.

Im Anfang entstand der größte Teil des ungarischen Eisenbahnnetzes — infolge der ungünstigen finanziellen Lage des Staates — im Wege von Unternehmungen privater Gesellschaften, welche im Zeitraume von 1855 bis 1876 ihre lebhafteste Tätigkeit entfalteten. In dieser Periode entstanden die Linien der Österreichischen Staatseisenbahngesellschaft, der Theißbahn, der Südbahngesellschaft und anderer Privatgesellschaften.

Der Ungarische Staat trat erst im Jahre 1868 als Eisenbahntransport-Gesellschaft auf und in dieser Zeit entstand auch die erste Linie der k. ung. Staatsbahnen, nämlich die 126 km lange Strecke Pest—Salgótarján.

Es dauerte aber noch bis 1876 ehe das Staatsbahnsystem sich weiter auszudehnen begann und der lebhaftere Ausbau der Staatsbahnlinien einsetzte; dies geschah so schwungvoll, daß nach 30 Jahren, 1906, bereits der größte Teil der früheren Haupt-Verkehrsstrecken in den Besitz des Staates gelangt war, und mit Ausnahme der Linien der Südbahngesellschaft, der Kassa-(Kaschau)-Oderberger, Győr-Sopron-(Raab-Oedenburg)-Ebenfurter, Mohács-Pécs (Fünfkirchner)-Bahn, nur noch einige Privatbahnen minderer Bedeutung und die zum größten Teil zwischen den Jahren 1880 bis 1910 erbauten Lokalbahnen (Vizinalbahnen) im Privateigentum verblieben. Die letzteren Linien gelangten jedoch mit wenig Ausnahmen später ebenfalls in den Betrieb der Staatsbahnen.

Die Entwicklung des ungarischen Eisenbahnnetzes seit dem Jahre 1870, zeigt die folgende Zusammenstellung.

Jahr	Kilometerlänge der Strecken
1870 . . . . .	3471
1880 . . . . .	7098
1890 . . . . .	11301
1900 . . . . .	17245
1910 . . . . .	20315
1914 . . . . .	22627

Im letzten Friedensjahre vor dem Weltkrieg, also im Jahre 1914 betrug die Länge der Linien 22627 km, und zwar:

a) Hauptlinien . . . . .	9312 km
b) Lokalbahnen . . . . .	13315 „
Zusammen	22627 km

Davon entfallen:

a) auf die Staatsbahnlinien . . . . .	8411 km
b) auf die Privatbahnen im Staatsbetrieb . . . . .	10522 „
c) auf die Privatbahnen in eigenem Betrieb . . . . .	3694 „
Zusammen	22627 km

## II. Zustand der Eisenbahnen nach dem Friedensvertrag von Trianon.

Von dem oben erwähnten Netze hat der Friedensvertrag von Trianon insgesamt nur 8200 km im Besitze von Ungarn gelassen, und zwar:

a) Staatsbahnlinien . . . . .	3191 km
b) Privatbahnen im Staatsbetrieb . . . . .	4115 „
c) Privatbahnen in eigenem Betrieb . . . . .	894 „
Zusammen	8200 km

Durch den Vertrag von Trianon hat demnach Ungarn nahezu zwei Drittel seines Eisenbahnnetzes verloren (vergl. die Karte Abb. 1 auf Taf. 19). Außer dieser Verstümmelung der Länge hat jedoch das Netz noch einen weiteren schweren Schlag erlitten.

Gelegentlich der Feststellung der neuen Grenzen und der Trennung der einzelnen Linien hat man nämlich die Frage ganz außer Acht gelassen, ob die einzelnen Linien angesichts der Trennung und der neuen verkehrsgeographischen Lage ihre Lebensfähigkeit behalten werden, ferner ob nicht Landesteile infolge der neuen Grenzen aus dem Verkehr mit dem übrigen Lande ausgeschlossen werden; endlich blieb auch der Umstand ganz außer Beachtung, welche Lage infolge des Durchschneidens der Linien vom eisenbahnbetrieblichen Standpunkte aus betrachtet entstehen werde.

Die Trianoner Landesgrenzen durchschnittten nämlich 49 Eisenbahnlinien, von welchen sieben in größere oder kleinere Mittelstationen mündeten, 42 aber auf offener Strecke im freien Felde endeten. Von den früheren Grenzstationen ist keine einzige in Ungarns Besitz geblieben, und während vor dem Friedensvertrag auf einem etwa dreimal so großen Netze nur sechs Zollgrenzstationen erforderlich waren, mußten danach 33 Grenzpunkte entsprechend eingerichtet werden.

Auch wurden die von Budapest strahlenförmig ausgehenden Hauptlinien unmittelbar vor ihren knotenpunktartigen Hauptstationen durchschnitten, so daß diese Eisenbahnzentralpunkte, wie z. B. Szabadka (Maria-Theresiopel), Arad, Nagyvárad (Großwardein), Szatmárnémeti, Csap, Kassa (Kaschau), Fülek, Érsekújvár (Neuhäusel), Bruck usw. vom Stammnetz abgetrennt wurden. Zugleich wurden auch jene Linien vom Stammnetze abgetrennt oder durchgeschnitten, welche ehemals die obenerwähnten Knotenpunkte miteinander verknüpften. Auf einzelnen durchschnittenen Linien mußte infolgedessen der Verkehr nicht nur bei uns, sondern auch auf den zugunsten der Nachbarstaaten abgetrennten Gebieten ganz aufgegeben werden. Dies hatte zur Folge, daß zwischen solchen Gegenden und ihren Bewohnern, welche früher eine organische wirtschaftliche Einheit bildeten, der unmittelbare Verkehr abgebrochen wurde. Dadurch litt natürlich auch deren Existenzfähigkeit.

Der Verlust der oben erwähnten Hauptstationen, welche in unmittelbarer Nähe der neuen Grenzen liegen, und sowohl in Beziehung auf den Verkehr wie auch auf den Zugförderungsdienst vorzüglich eingerichtet waren, erwies sich, vom wirtschaftlichen wie auch vom eisenbahntechnischen Standpunkte betrachtet, als katastrophal, und vervielfältigte noch jenen Schaden, den die Eisenbahnen durch die Verstümmelung ihrer Kilometerlänge erlitten. Die bei uns gebliebenen Hauptlinien verloren nämlich jenen Nährstoff, welcher ihnen vorher seitens dieser Knotenpunkte geboten wurde, und infolge der Abtrennung des verbindenden Netzes wurde ein Teil des früher natürlicherweise nach Ungarn gerichteten Durchgangsverkehrs von den bei uns gebliebenen Linien abgelenkt.

Diese Zustände stehen im schroffen Gegensatz zur rationalen Ordnung des mitteleuropäischen Verkehrswesens und haben zu Folge, daß die im vormaligen Gebiete von Groß-Ungarn gelegenen Durchgangslinien ihre natürliche Aufgabe nicht mehr erfüllen können. Es bedarf keiner ausführlichen Beweise, daß diese Ablenkung, die den Transport verteuert, den Warenaustausch erschwert und die Produktionskosten erhöht, nicht allein im wirtschaftlichen Leben Ungarns, sondern mittelbar auch in dem von ganz Europa und in der

Weltwirtschaft eine außerordentlich nachteilige Lage herbeiführt und großen Schaden verursacht.

Außerordentlich groß sind auch die Schwierigkeiten, die die Zerstückelung des Netzes, wie schon erwähnt, vom betriebstechnischen Gesichtspunkte aus betrachtet verursacht hat und auch jetzt noch verursacht. Längs der neuen Grenzen, in den auf den verstümmelten Linien gelegenen Endstationen, gab es nämlich keine Gebäude und Einrichtungen für die Verkehrsabwicklung, die Zollbehandlung sowie den Lokomotiv- und Wagensdienst im Grenzübergang. Dadurch ergaben sich für die zweckmäßige und wirtschaftliche Abwicklung des Zugförderungsdienstes sowie die rationelle Ausnutzung der Einrichtungen des Verkehrsdienstes nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten, die noch dadurch vermehrt werden, daß infolge der veränderten Lage des Verkehrs- und Zugförderungsdienstes, ein großer Teil des Personals an Orten untergebracht werden muß, wo weder Wohnungen noch Ruhestellen, Schulen usw. zur Verfügung stehen.

Es wurde eben, wie aus dem Gesagten folgt, ein Eisenbahnnetz zerrissen und aufgeteilt, das im Laufe der Zeit unter Berücksichtigung der geographischen und wirtschaftlichen Lage sowie der Natur und Erfordernisse des Verkehrs und der rationellen Abwicklung desselben nach den Geboten innerer Notwendigkeit planmäßig ausgebaut worden war.

Die Organisation der Staatsbahnen war dem früheren Gebiete von Groß-Ungarn angepaßt, die Bezirkseinteilung der Linien und die Bestimmung der Sitze der einzelnen Amtsstellen geschah nach wirtschaftlichen Notwendigkeiten, während jetzt der wirtschaftliche Schwerpunkt der einzelnen Gegenden verschoben ist und dadurch, daß die Sitze der Betriebsleitungen der Staatsbahnen an den Rand des verstümmelten Landes gelangten und wegen Wohnungsmangels und anderer wirtschaftlicher Schwierigkeiten keine neuen Knotenpunkte errichtet werden konnten, die Verwaltung der Eisenbahnen in sehr vielen Beziehungen große Nachteile erlitt.

Außerdem entstand dadurch, daß das ungarische Bahnpersonal von den abgetrennten Gebieten flüchtete oder ausgewiesen wurde, ein großer Überfluß im Personalstand, so daß man genötigt war, ihn durch zwangsweise Versetzungen in den Ruhestand auf die Bedarfshöhe herabzusetzen. Dies brachte natürlich eine außerordentliche Zunahme der Pensionslasten mit sich. Im Jahre 1913 betrug — bei einem Personalstand von 67 765 planmäßigen Bediensteten — die Gesamtzahl der Pensionisten — Witwen und Waisen mitgerechnet — 23 894, während heute das verstümmelte kleine Netz bei einem Personalstand von 30 800 Bediensteten die Last der Ruhegelder von 36 622 Pensionisten zu tragen hat. Wie ungerecht diese Belastungen sind, bedarf wohl keiner näheren Begründung.

Sehr schwer mußte die wirtschaftliche Lage der ungarischen Eisenbahnen auch die nach dem Kriege erfolgte katastrophale Wertminderung des ungarischen Geldes empfinden, die besonders die Stoffwirtschaft und das Tarifwesen der Bahnen gefährdete. Bezüglich der ersteren ist es eine betrübende Tatsache, daß wir unsere Ergänzungsgebiete verloren und daher riesige Mengen von Schwellen, Eisenerzen, Bauholz usw. einführen müssen.

Der internationale Verkehr wurde in Friedenszeiten hauptsächlich auf den längs der Donau ausgebauten Hauptlinien abgewickelt, wo die Verhältnisse des Zugförderungsdienstes auf den ebenen Linien die günstigsten und billigsten sind. Eine von diesen ebenen Linien, nämlich die Hauptlinie Marchegg—Budapest, wurde, trotzdem sie durch eine Gegend führt, deren Bevölkerung zu 90% aus Ungarn und nur zu 10% aus Deutschen und Slowaken besteht, der Tschechoslowakei angegliedert.

Durch die Bestimmungen des Friedensvertrages von Trianon hat Ungarn nahezu drei Viertel seines Gebietes und

beinahe zwei Drittel seines Eisenbahnnetzes verloren, und wenn wir noch hinzufügen, welche Schäden die Eisenbahnen durch die übermäßige Ausnutzung während des Weltkrieges, durch den Entfall des regelmäßigen Bahnerhaltungsdienstes, durch die Nachkriegsrevolutionen, insbesondere aber durch die Verwüstungen der Besatzungstruppen erlitten haben, so haben wir ein volles Bild von der Lage gegeben, in welche die ungarischen Eisenbahnen gelangt sind.

Diese Lage wurde aber noch dadurch erschwert, daß unsere schönsten und neuesten Personenwagen und Lokomotiven in fremden Besitz gelangten und nur Trümmer und Personenwagen ohne Fenster und Einrichtungen in unserem Besitz verblieben. Der Fahrpark war derart zusammengeschmolzen, daß im Vergleich mit dem Jahre 1914 im Besitz der Staatsbahnen allein nur ein Zehntel der betriebsfähigen Lokomotiven, ein Dreizehntel der Personenwagen und weniger als ein Drittel der Güterwagen verblieb.

Während vor dem Weltkrieg die Lage und Einrichtung des Netzes den wirtschaftlichen Erfordernissen des Landes und den Interessen des internationalen Verkehrs in vollem Maße entsprochen hatte, gelangte nach dem Friedensschluß das wirtschaftliche Leben sowohl der Eisenbahnen wie auch des ganzen Landes in die trostloseste Lage, da das Land seiner in wirtschaftlicher Beziehung wertvollsten Teile beraubt war.

Der Personenverkehr, der, bezogen auf das gegenwärtige Netz von Rumpf-Ungarn, nach dem Fahrplan vom 1. Mai 1914 eine tägliche Zahl von 83 940 Zugkilometer aufwies, nahm stufenweise ab und sank zeitweise sogar zu 8% der obigen Leistung herab. Dasselbe war auch im Güterverkehr der Fall, der infolge der auf politische Gründe zurückzuführenden abwehrenden Haltung der Nachfolgestaaten sowie der mißlichen wirtschaftlichen Lage und allgemeinen Verarmung des Landes auf ein außerordentlich geringes Maß herabsank, was sich im Haushalt der Eisenbahnen natürlicherweise stark fühlbar machte.

### III. Der Wiederaufbau der Eisenbahnen.

Trotz der oben erwähnten großen Schwierigkeiten waren sich jedoch die ungarischen Eisenbahnen der wichtigen Pflichten, welche ihrer im wirtschaftlichen Leben des Landes und im internationalen Verkehr harrten, voll bewußt und nahmen daher ohne Verzug die Arbeiten des Wiederaufbaus in Angriff.

Diese Arbeiten werden mit größter Willenskraft und Ausdauer stetig fortgesetzt. Einen lebhafteren Aufschwung konnten sie jedoch erst seit 1922 nehmen da bis dahin die allgemeine Verarmung, die ungünstige finanzielle Lage der Eisenbahnen und des Staates, die stetigen Schwankungen des ungarischen Geldwertes, die bei der Anschaffung der Betriebsstoffe entstandenen technischen Schwierigkeiten, und Übelstände anderer Art das Werk des Neubaus in sehr bedeutendem Maße hinderten.

Trotz dieser Schwierigkeiten waren jedoch die auf den Neubau der Staatsbahnen gerichteten Bestrebungen von Erfolg begleitet, so daß kaum ein bis zwei Jahre nach dem Weltkrieg der Unter- und Oberbau hergestellt, und auch die Wagen der Staatsbahnen bezüglich ihres Äußeren und ihrer inneren Einrichtung wieder in tadellosem Zustande zur Verfügung der Reisenden und Verkehrtreibenden standen.

Außer für die Herstellung der Strecken und Baulichkeiten tragen die Staatsbahnen auch für die weitere Entwicklung Sorge und bemühen sich, mit den Errungenschaften der Technik Schritt zu halten.

So wurden z. B. die Eisenbetonschwellen eingeführt und bereits in erheblichem Maße verwendet, was in Anbetracht unseres Mangels an Holz auch in wirtschaftlicher Beziehung von großer Bedeutung ist. Bisher wurden nahezu 160 000 Eisenbetonschwellen eingebettet; die Schwellenfabrik der Staats-

bahnen ist für die Erzeugung von jährlich 30000 Stück eingerichtet, will jedoch diese Menge noch steigern.

Das Auswechseln der Schienen wird je nach den Mitteln von Jahr zu Jahr auf Grundlage eines vorher ausgearbeiteten Programmes fortgesetzt. Im vorigen Rechnungsjahr wurden 133 km neue Schienen gelegt, die noch brauchbaren alten Schienen auf Linien von geringer Wichtigkeit, in großen Mengen in geschweißtem Zustand, wieder verwendet.

Im allgemeinen wird großes Gewicht darauf gelegt, daß die Linien der Staatsbahnen mit schwachem Oberbau, baldmöglichst mit einem den neuen schweren Fahrzeugen entsprechenden Oberbau versehen werden. Auf den Hauptlinien ersten Ranges werden nunmehr, je nach der Wichtigkeit der Strecken, anstatt der Schienen von 42,8 kg solche von 48,3 kg verlegt, und zwar mit einer Länge von 24 m, gegenüber der früheren Länge von 16 m. Die Bahnerhaltungsarbeiten wurden in großem Maße rationalisiert, indem bei den meisten Arbeiten die Entlohnung im Gedinge erfolgt, und programmäßige Erhaltungsarbeiten („Hauptreparaturen“) auf den einzelnen Teilstrecken eingeführt wurden.

Große Sorgfalt widmeten die Staatsbahnen auch der gründlichen Regelung und Abwicklung des mit dem öffentlichen wirtschaftlichen Leben in organischem Zusammenhang stehenden Güterverkehrs. Außerdem haben die ungarischen Eisenbahnverwaltungen trotz des verstümmelten Zustandes des Landes mit größten Opfern alles aufgeboten, um den internationalen Personen- und Güterverkehr einwandfrei, schnell und pünktlich abzuwickeln und dadurch auch das wirtschaftliche Weltinteresse zu fördern. An dem Ausbau und der Vervollkommnung der internationalen Verbindungen wird stetig gearbeitet. Ein außerordentlich wichtiger Schritt dazu war der Ausbau des zweiten Gleises zwischen Győr (Raab) und Hegyeshalom, weil dadurch die Hauptlinie Budapest—Wien bis zur Landesgrenze doppelgleisig wurde.

Um auch auf dem Gebiete der Energiewirtschaft Verbesserungen herbeizuführen, ließ die Staatsbahnverwaltung in den Jahren nach dem Kriege innerhalb ihres Erneuerungsprogrammes der Lokomotiven aus ungarischem Material und mit heimischen Arbeitskräften in der kön. ungarischen Maschinenfabrik drei neue völlig zeitgemäße Lokomotivtypen bauen. Von diesen dienen die vierfach gekuppelten Lokomotiven Serie 424 der Beförderung der schwerbelasteten Personen- und Güterzüge der Hauptlinien, ferner die ebenfalls vierfach gekuppelten Lokomotiven Serie 402 zur Beförderung der schwerbelasteten Güterzüge der Strecke Budapest—Hegyeshalom. Die neue Lokomotivtype Serie 22 aber wurde zur Ergänzung des auf den Lokalbahnen (Vizinalbahnen) eingeleiteten Motorwagenverkehrs gebaut und soll den Personenverkehr auf solchen Linien mit weniger günstigen Neigungsverhältnissen bedienen, deren Personenverkehr in starker Zunahme begriffen ist und infolgedessen vom Güterverkehr auf wirtschaftliche Weise losgetrennt werden kann.

Wenn man die großen Verwüstungen bedenkt, welche der ganze Wagenpark der Staatsbahnen nach dem Kriege aufwies, so kann die Verwaltung der Staatsbahnen mit Genugtuung feststellen, daß ihre neuesten Wagen auch den heikelsten Ansprüchen genügen. Die neuen Wagen werden nach amerikanischem System mit eisernem Kasten gebaut, ihre Abmessungen sind größer als die bisherigen und die Wagen bieten im allgemeinen auch mehr Bequemlichkeit als die früheren. Sämtliche Wagen sind mit Niederdruckdampfheizung neuesten Systems, mit elektrischer Beleuchtung und ohne Rücksicht darauf, welche Klassen sie führen, mit je zwei abgesonderten Toilettenräumen versehen. Die Wagen der ersten und zweiten Wagenklasse haben gepolsterte Sitze und es ist beachtenswert,

daß auch die Wagen dritter Klasse mit hölzernen Sitzplätzen auf derselben Stufe stehen wie die ähnlichen Wagen der großen Bahnen Westeuropas.

Gelegentlich des Wiederaufbaues der Bahnen hat die Verwaltung der Staatsbahnen auch der Frage der Motorwagen große Aufmerksamkeit gewidmet. Zur Beförderung von ganz kleinen Zugeinheiten ist bekanntlich der Dampfbetrieb in der Regel unwirtschaftlich, da die Leistungsfähigkeit der Dampflokomotiven nicht ausgenutzt ist. Die Bahn ist daher aus wirtschaftlichen Gründen gezwungen, auf Nebenlinien den Verkehr mit gemischten Zügen abzuwickeln. Dabei kann infolge der geringen Anzahl und der Langsamkeit der Züge den Interessen des Personenverkehrs nur ungenügend Rechnung getragen werden. Aus diesem Grunde, nicht weniger aber auch um dem sich stetig ernster gestaltenden Wettbewerb des öffentlichen Kraftwagenverkehrs entgegenzutreten zu können, wenden sich die Eisenbahnen dem wirtschaftlicheren Motorwagenbetrieb zu, der geeignet ist, den Personenverkehr der Nebenlinien vom Güterverkehr zu trennen. In unserer Vaterlande hat man schon in früheren Zeiten mit dem Motorwagenbetrieb Versuche angestellt, einen lebhafteren Aufschwung erfuhr jedoch diese Betriebsart in jüngster Zeit durch die außerordentlich schnelle Entwicklung der Benzinmotoren, welche die Dampfmotorwagen gänzlich verdrängten. Die Motorwagen verkehren entweder einzeln oder mit ein bis zwei leichten Beiwagen, können nahezu so einfach wie die Automobile in Betrieb gesetzt und auf einfachere Art hinterstellt werden wie eine Dampflokomotive.

In der Reihe der Erneuerungsarbeiten der Staatsbahnen hat die im wissenschaftlichen und praktischen Leben heutzutage so oft erörterte Rationalisierung jederzeit eine große Rolle gespielt. Es würde zu weit führen, alle jene Gesichtspunkte zu schildern, welche in den Rationalisierungsbestrebungen zur Geltung gelangten und gelangen. Auf einen derselben müssen wir jedoch an dieser Stelle hinweisen, nämlich auf die wirtschaftlichere Verwendung des Personals und auf die Hebung seiner Berufsbildung. Da sich unsere Leser wohl in erster Reihe für die Ausbildung des technischen Personals interessieren, führen wir an, daß das Budapester kön. Josef-Polytechnikum den Bedürfnissen der Ungarischen Staatsbahnen stets das größte Interesse entgegengebracht hat; in der Reihe seiner hervorragenden Professoren finden wir auch mehrere ehemalige Oberbeamten der Staatsbahnen, so Cornelius von Zelovich, Professor des Verkehrswesens und des Eisenbahnbaues, der früher eine der leitenden Stellen der Bau- und Bahnerhaltungshauptsektion der Staatsbahndirektion bekleidete und gegenwärtig in der Eigenschaft eines Delegierten der Regierung den Herrn Finanzminister in der Plenarsitzung der Staatsbahnen vertritt und die gegenwärtige Sondernummer des „Organs“ mit einer seiner letzteren Arbeiten ebenfalls bereichert hat. Professor von Zelovich hat sich während seiner praktischen Wirksamkeit davon überzeugt, daß der Eisenbahningenieur auch in den ersten Anfängen seiner Laufbahn seinem Berufe nur dann in vollem Maße gerecht werden kann, wenn er neben seiner technisch-wissenschaftlichen Ausbildung auch mit gründlichen volkswirtschaftlichen Kenntnissen ausgerüstet ist.

In dem unter seiner Leitung stehenden Verkehrsseminar, sowie in den anderen staatswirtschaftlichen und statistischen Seminaren des Polytechnikums herrscht daher stets eine rege, auch die Eisenbahnen einbeziehende Tätigkeit.

Die Erneuerungstätigkeit der Staatsbahnen ist jedoch durch die geschilderten Arbeiten keineswegs erschöpft. Wie wir bereits erwähnten, hat die Zahl der Grenzstationen infolge der Bestimmung der Landesgrenzen und der gewaltsamen Verstümmelung der Linien bedeutend zugenommen. Es müssen daher in diesen Stationen die Gleise weiter aus-

gebaut, Magazine angelegt, sowie Lade- und Umladerampen, Drehscheiben, Heizhäuser, Wasserstationen, Baulichkeiten für die Untersuchung des Gepäcks und für die Zollbehandlung errichtet, ferner für die Personalmehring Diensträume und Übernachtungsräume, Wohnungen usw. gebaut werden. Alle diese Arbeiten wären unbedingt notwendig, damit unser Netz in den internationalen Transitverkehr eingeschaltet werden und den verschiedenen Erfordernissen desselben entsprechen kann.

Nach den mit den anschließenden Nachbarbahnen zustande gekommenen Verträgen müssen ferner auch für das Bahn- und Zollamtspersonal des Nachbarstaates Amtsräume, Wohnungen und Übernachtungsgebäude gebaut und muß für die Unterbringung und Abstellung der Lokomotiven und Wagen gesorgt werden. Da jedoch zu diesen Zwecken keine genügenden Mittel zur Verfügung stehen, können wir nur einen unbedeutenden Teil dieser Arbeiten wirklich ausführen.

Es muß daher an vielen Orten auch heute noch die Reise- paß- und Gepäckrevision der Reisenden in den Wartesälen oder in anderen vielfach ungenügenden Räumen erledigt werden. Trotz der finanziellen Schwierigkeiten waren wir bisher gezwungen, wenigstens in einigen neuen Grenzstationen für einzelne unbedingt notwendige Einrichtungen zu sorgen, um den langen Aufenthalt der Züge abzukürzen, z. B. in den Grenzstationen Hegyeshalom, Szob, Somosköujfalu, Bánréve, Biharkeresztes, Lökösháza, Szentgotthárd und außerdem noch an einigen Orten. Diese Einrichtungen genügen wohl für kurze Zeit; die infolge der neuen Verhältnisse außerordentlich vermehrten Zollstationen werden jedoch auch im Falle der idealsten Einrichtungen ein dauerndes Hindernis des Warenaustausches bilden.

In vielen neuen Grenzstationen gibt es bisher noch keine Heizhäuser und sonstigen Einrichtungen für den Zugförderungsdienst, unsere eigenen Lokomotiven wie auch diejenigen des Nachbarstaates müssen unter freiem Himmel stehen, bedürfen deshalb in kürzeren Zeitspannen als es sonst notwendig wäre, größerer Ausbesserung. Auch bezüglich der Diensträume und Wohnungen des in den Grenzstationen Dienst leistenden Bahnpersonals ist die Lage mißlich, nachdem wir bisher diesen Bedürfnissen nur in einem sehr geringen Maße Genüge leisten und selbst diese sehr geringen Beträge nur dadurch zur Verfügung stellen konnten, daß andere nützliche Arbeiten unterblieben. So mußten unter anderem verschiedene Arbeiten in den Gleisanlagen verschoben werden.

Die neuen Grenzbestimmungen und die gewaltsame Verstümmelung der Eisenbahnlinien hatte auch eine wesentliche Änderung der inländischen Verkehrsbeziehungen zur Folge. Der innere Verkehr zwischen einzelnen Orten, welche vor dem Kriege in direkter kurzer Verbindung miteinander standen, kann gegenwärtig nur auf langwierigen Umwegen aufrecht erhalten werden. Diese Übelstände machten auch auf den Linien und Stationen im Inneren des Netzes verschiedene kostspielige Ergänzungsbauten notwendig, ohne daß dadurch die Verkehrsverhältnisse so günstig geworden wären, wie sie in der Vorkriegszeit waren, und ohne daß für die Bevölkerung eine unmittelbare und natürliche wirtschaftliche Berührung gesichert worden wäre.

Diese Linien und Stationen könnten selbst dann nicht unter die ehemaligen gesund entwickelten wirtschaftlichen Verhältnisse zurückgeführt werden, wenn mit großen Geldopfern neue Linien gebaut und die verstümmelten Strecken in das Netz neuerlich eingeschaltet würden. Übrigens besteht vorläufig wegen der schwierigen finanziellen Verhältnisse keine Aussicht, die zu diesen Bauten notwendigen Beträge flüssig zu machen.

Die Verwaltung der k. ung. Staatsbahnen hat demnach alles aufgeboten, um in der durch die neuen Grenzen ge-

schaffenen Lage den Bedürfnissen sowohl des inländischen wie des ausländischen Verkehrs Genüge zu leisten, sie war mangels der nötigen Mittel jedoch nicht imstande, sämtliche Aufgaben zu lösen. Aber selbst wenn das noch Fehlende geschaffen würde, wird es infolge der Verheerungen des Weltkrieges und der Nachkriegszeit, namentlich aber infolge der Grenzbestimmungen und der gewaltsamen Verstümmelung des ungarischen Eisenbahnnetzes nicht möglich sein, im Donaubecken solche Zustände zu schaffen, daß damit wieder der In- und Auslandsverkehr tadellos und ohne Hindernisse abgewickelt werden könnte, denn die natürlichen Wegrichtungen können trotz aller Künstelei nicht geändert und weder durch menschliche Kräfte noch auf andere Art ersetzt werden.

#### IV. Verkehr und Betriebswirtschaft der Staatsbahnen.

Durch die Friedensverträge wurde die vormalige österreichisch-ungarische Monarchie zerstückelt und Ungarn derart verstümmelt, daß dies auch in der Lage des Verkehrs und der Betriebswirtschaft der k. ung. Staatsbahnen wesentliche Änderungen zur Folge hatte. In der weit ausgedehnten Monarchie kamen die Staatsbahnen infolge ihrer günstigen geographischen Lage nicht nur in bezug auf den Verkehr zwischen den einzelnen Staaten und Ländern untereinander, sondern auch in den über das Gebiet der Monarchie führenden Verkehrsbeziehungen stets zu sehr bedeutenden Transporten sowohl in den Richtungen von West nach Ost, wie auch gegen Nord und Süd und umgekehrt. In diesen Verkehrsbeziehungen hatten die Staatsbahnen mit keiner besonderen Konkurrenz zu kämpfen, und die Beförderung konnte auf den in Betracht kommenden, in ebenem Gebiet liegenden Hauptlinien auf eine recht billige und wirtschaftliche Weise durchgeführt werden. Dabei hat der Verkehr der Staatsbahnen im Rahmen der Monarchie von Jahr zu Jahr eine gewisse Sicherheit und Gesetzmäßigkeit aufgewiesen, was vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit ebenfalls von großer Bedeutung war.

Infolge der Gebietsveränderungen und der Verstümmelung des Landes wie auch infolge des außerordentlich lebhaften Wettbewerbs der umgebenden Staaten mußten die Staatsbahnen nicht nur dieser Vorteile entbehren, sondern die Lage wurde auch noch dadurch erschwert, daß auch der Wohlstand der Bevölkerung Rumpf-Ungarns sich allgemein verringerte. Der innere Personen- und Güterverkehr kommt daher nur schwer zum Aufschwung und die Staatsbahnen sind genötigt, zur Hebung der inneren Wirtschaft und Linderung der sozialen Not bedeutende Opfer zu bringen.

Trotz aller dieser Schwierigkeiten hat der Verkehr der Staatsbahnen in der letzten Zeit einen lebhaften Aufschwung genommen, und wenn er vielleicht bisher die gewünschte Bedeutung auch noch nicht erreicht hat, so kann man doch hoffen, daß die Zunahme des Verkehrs stetig sein und an Bedeutung noch gewinnen wird. Um über die Gestaltung der Verkehrsverhältnisse der Staatsbahnen einige Übersicht bieten zu können, vergleichen wir in der folgenden Zusammenstellung (Seite 317 oben) den Verkehr der Staatsbahnen von Groß-Ungarn im Jahre 1913 mit dem Verkehr von Rumpf-Ungarn im Jahre 1928.

Diese Zahlen veranschaulichen nicht nur die Größe des Verkehrs, sondern auch die betriebswirtschaftlichen sehr bedeutenden Änderungen. Auf den ersten Blick schon fallen die großen Unterschiede zwischen der Entwicklung des Personenverkehrs und des Güterverkehrs ins Auge. Während nämlich auf dem verstümmelten Netze Rumpf-Ungarns der Personenverkehr im Verhältnis zum Jahre 1913 eine Zunahme von 62% und 75% erreicht hat, weist der Güterverkehr nur 38% und 51% des Güterverkehrs von 1913 auf. Wenn wir beachten, daß auch die k. ung. Staatsbahnen zu jenen Bahnen

## Zusammenstellung.

	Im Jahre 1913	Im Jahre 1928	Verhältnis zwischen 1928 und 1913 in %
Zahl der beförderten Reisenden . . .	119 314 174	89 584 494	75
Zahl der Fahrgast-Kilometer . . .	4 185 138 677	2 633 543 736	62
Auf einen Reisenden entfallen . . .	35 km	29,4 km	84
Tonnengewicht der beförderten Güter	59 473 795	30 166 297	51
Tonnenkilometer der beförderten Güter	7 247 301 358	2 706 872 546	38
Auf je eine Tonne der Güter entfallen	121,8 km	89,7 km	73

gehören, deren hauptsächlichste Einnahmequelle der Güterverkehr ist, so erkennen wir die schweren Folgen dieser Zahlen vom betriebswirtschaftlichen Standpunkte aus. Diese erhellen auch aus dem Verhältnis der Einnahmen und Ausgaben, d. h. aus der Gestaltung der Betriebszahl. Diese war im Jahre 1913 bis 80,29%, während sie im letzten Rechnungsjahr bereits 97,17% erreichte. Die Rentabilität der Bahnen Rumpf-Ungarns ist demnach im Vergleich zu der Rentabilität der Bahnen Groß-Ungarns bedeutend geringer geworden, eine Tatsache, die, wenn auch nicht ganz, so doch jedenfalls zum größten Teil den mit der Gebietsverstümmelung verbundenen Verkehrsänderungen zugeschrieben werden muß.

Eine große Erschütterung in der finanziellen Lage der Staatsbahnen verursachte die Gebietsverstümmelung auch durch die schon eingangs erwähnte außerordentliche Zunahme der Pensionslasten. Während im letzten Friedensjahr 1913 die Ruhegehälter 12% der Gehälter des aktiven Personals ausmachten, ist heute diese Verhältniszahl 46%, also mehr als das Dreifache geworden.

#### V. Die gegenwärtige Organisation der Staatsbahnen.

Das oberste Aufsichtsrecht über die k. ung. Staatsbahnen übt der k. ung. Handelsminister aus. Hiervon abgesehen, erledigt jedoch die Staatsbahnverwaltung auf allen Stufen ihrer Organisation ihre Angelegenheiten selbständig, wobei den ständig wechselnden Erfordernissen des wirtschaftlichen Lebens strenge Aufmerksamkeit gewidmet, die größte Wirtschaftlichkeit fortwährend vor Augen gehalten und der Grundsatz der unmittelbaren persönlichen Verantwortlichkeit zur Geltung gebracht wird.

#### Die Direktion.

Der Sitz ist: Budapest, VI. Andrassy ut 73/75.

An ihrer Spitze steht der Direktionspräsident mit sieben Direktoren. Die sieben Hauptsektionen, welche von je einem Direktor geleitet werden, sind die folgenden.

1. Hauptsektion für allgemeine Verwaltung. (A) Ihre hauptsächlichsten Aufgaben bestehen in der Sicherung der allgemeinen Ordnung, der Disziplin und der Gleichförmigkeit der Verwaltung, in der Erledigung der allgemeinen Angelegenheiten des Personals, der Unterrichts- und Disziplinarangelegenheiten. Leitung des ärztlichen Dienstes. Rechtliche Vertretung des Instituts usw.

2. Hauptsektion des finanziellen Dienstes. (B) Zusammenstellung des Budgets und Aufstellung der Schlußrechnungen (Bilanz). Ständige Überwachung der Einnahmen und Ausgaben, somit der der finanziellen Lage. Sicherung

und Kontrolle der kreditmäßigen Verwendung der Beträge des Kostenvoranschlags. Allgemeines Rechnungswesen. Oberste Buchführung usw.

3. Kommerzielle Hauptsektion. (C) Erstellung der Personen-, Gepäck- und Gütertarife. Stetige Weiterentwicklung des Verkehrs. Allgemeine Leitung des kommerziellen Dienstes. Endabrechnung von Transportangelegenheiten. Statistik. Vorbereitung internationaler Verträge. Schaffung und Pflege unmittelbarer Verbindungen mit den Vertretungen der verschiedenen Interessen, also mit dem wirtschaftlichen Leben selbst. Unter der Leitung dieser Hauptsektion steht auch ein Amt mit einem Personal von mehreren hundert Bediensteten, das sogenannte Abrechnungsbureau (Budapest, VI. Teréz körút 60) in dessen Wirkungskreis die Rückerstattungen, die Aufstellung der kommerziellen Statistik und andere Angelegenheiten gehören.

4. Hauptsektion für Bau und Bahnerhaltung. (D) Verfertigung von Plänen für Bauten, Erweiterungen und Umgestaltungen. Überprüfung derselben und allgemeine Leitung der Ausführung derselben. Leitung der Kontrolle des Bahnerhaltungs- und Bahnaufsichtsdienstes. Entwürfe und Bau von neuen Linien. Technische Revisionen usw.

5. Hauptsektion für den Zugförderungsdienst. (Maschinendienst.) (E) Leitung des Zugförderungsdienstes. Konstruktion, Anschaffung und Erhaltung des Rollmaterials und der mechanischen Einrichtungen. Leitung und Überwachung des Dienstes der selbständigen Werkstätten usw.

6. Verkehrs-Hauptsektion. (F) Allgemeine Leitung des Verkehrsdienstes. Transport-, Wagendirektions-, Wagenabrechnungs- und Reklamations-Angelegenheiten. Ausführung und Unterhaltung von Telegraphen-, Telephon- und Sicherheitseinrichtungen. Erstellung der Fahrpläne. Bestimmung der Anzahl, der Gattungen und der Belastungen der Züge. Ständige Beobachtung der Gestaltung des Personen- und Güterverkehrs des Gesamtnetzes usw.

7. Hauptsektion für Stoffverwaltung und Inventar. (G) Bestimmt auf der Grundlage der Angaben der übrigen Hauptsektionen die notwendigen Mengen der Materialien und beschafft sie. Daher muß sie die Marktverhältnisse des In- und Auslandes ständig beobachten. Sicherung und Kontrolle der wirtschaftlichen Behandlung und Verwendung der Materialien und der Inventargegenstände. Verwertung von überzähligen Materialien. Untersuchung der Materialien (Chemisches Laboratorium) usw.

#### Die Betriebsleitungen.

Die unmittelbare Leitung und Beaufsichtigung des äußeren (exekutiven) Verkehrsdienstes obliegt auf dem ganzen Netze der k. ung. Staatsbahnen den der Direktion untergeordneten sechs Betriebsleitungen, an deren Spitze je ein Betriebsdirektor steht.

Die Sitze dieser Betriebsleitungen sind: 1. Budapest, 2. Miskolc, 3. Debreczen, 4. Szeged, 5. Szombathely (Steinamanger), 6. Pécs (Fünfkirchen).

Jede dieser Betriebsleitungen hat fünf Abteilungen (Sektionen) und zwar: I. Sekretariat. Personal- und allgemeine Verwaltungsangelegenheiten. II. Bau- und Bahnerhaltung. III. Verkehr und kommerzielle Angelegenheiten. IV. Zugförderungsdienst. V. Rechnungswesen. (Abteilung für Finanzwesen).

#### Der exekutive (äußere) Dienst.

Die eigentlichen Organe dieses Dienstes sind:

- a) die Stationen (Verkehrs- und kommerzieller Dienst, Magazinsdienst),
- b) die Heizhäuser (Zugförderungsdienst),

- c) die Ingenieursektion (Bau- und Bahnerhaltungsdienst),  
 d) die Materialdepots (Materialien-Manipulationsdienst)  
 und  
 e) die Werkstätten (Reparatur und Erhaltung des Rollmaterials).

#### Das Personal der Staatsbahnen.

Der Gesamtstand zählt gegenwärtig 59300 Köpfe. Von dieser Anzahl entfallen 30800 auf das ernannte oder systemisierte Personal und 28500 auf die Arbeiter, davon 12050 ständige (definitiv angestellte) Arbeiter und 16450 Saisonarbeiter.

Im äußeren (exekutiven) Dienst sind verhältnismäßig weniger Beamte beschäftigt, als in den Zentralämtern, wo die Leitung und Kontrolle ausschließlich von solchen erledigt wird; sie müssen über entsprechende technische oder juristische

Kenntnisse verfügen und auch zum Verwaltungsdienst geeignet sein.

Wir wollen uns nicht damit rühmen und wiederholt darauf hinweisen, daß die Verwaltung der k. ung. Staatsbahnen, sowie die Leitung der ungarischen Bahnen und deren gesamtes Personal stets bestrebt war, mit den modernen Eisenbahnen anderer Länder Schritt zu halten, rationell zu arbeiten und dem ungarischen Namen Ehre zu bereiten; auch die folgenden Artikel veröffentlichen wir nicht aus Selbstüberhebung, sondern nur um zu zeigen, daß das Korps der ungarischen Ingenieure von den ehrlichsten Bestrebungen beseelt ist, und um die Aufmerksamkeit des großen Leserkreises des „Organs“ auf die besonderen ungarischen Probleme und auf die eifrige Tätigkeit der Gesamtheit der ungarischen Eisenbahningenieure zu lenken.

## Die Dampflokomotiven der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Ministerialrat Ing. v. Láner, Direktion der kön. ungar. Staatsbahnen.

Hierzu Tafel 20 und 21.

### Einleitung.

Die k. ung. Staatseisenbahnen sind aus dem ursprünglichen verhältnismäßig kleinen Netz der eigentlichen Staatsbahnen im vorigen Jahrhundert in der Weise entstanden, daß eine Anzahl bereits im Betriebe befindlicher Privatbahnen verstaatlicht wurde, wozu in der Folgezeit auch neu gebaute staatliche Linien hinzukamen.

Die Verstaatlichung der Privatbahnen begann in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts mit der Verstaatlichung der ehemaligen ungarischen Ostbahn; den Abschluß bildete die im Jahre 1891 erfolgte Verstaatlichung der ungarischen Linien der ehemaligen Österreich-Ungarischen Staatseisenbahnen-Gesellschaft.

Außer den staatlichen Neubauten ist auch eine bedeutende Anzahl von sogenannten Vizinalbahnen (Lokalbahnen) von Privatgesellschaften gebaut worden, die im Betriebe der Staatsbahnen stehen.

Aus der oben geschilderten Art der Entstehung der ungarischen Staatsbahnen erhellt ohne weiteres die Tatsache, daß die ungarischen Staatsbahnen nach Ausgestaltung ihres Liniennetzes in den Besitz von sehr zahlreichen Lokomotivtypen mannigfachster Bauart und Herkunft gelangten.

Nach den Verstaatlichungen erfolgte zwar eine Ausscheidung gewisser veralteter Bauarten, doch mußte den stets steigenden Anforderungen des Verkehrs Rechnung tragend, nun die Staatsbahn als Ersatz neue Bauarten einführen. So kam es, daß vor Ausbruch des Weltkrieges bei einer Betriebslänge von ungefähr 18000 km Normalgleis die Anzahl der Lokomotivtypen auf rund 100 stieg.

Daß diese große Zahl von Lokomotivtypen einer rationellen und wirtschaftlichen Zugförderung besonders hemmend entgegenwirkte, bedarf wohl keiner näheren Darlegung.

Nach dem Kriege gestaltete sich die Lage in dieser Hinsicht auch nicht günstiger.

Der Bestand an Lokomotiven betrug im Jahre 1914 rund 3800, zu Kriegsende 4900 Stück. Infolge der starken Einbuße nach dem Kriege (Abtrennung von rund  $\frac{2}{3}$  des Liniennetzes, Verschleppung von Rollmaterial durch die Rumänen usw.) und nach erfolgter Ausmusterung veralteter Lokomotiven sind die Staatsbahnen bei einer Betriebslänge von 7250 km nunmehr im Besitze von rund 1840 Lokomotiven, die seit dem Jahre 1919 angeschafften mitinbegriffen.

Vor der Ausmusterung waren im Lokomotivpark noch rund 70 Lokomotivserien vertreten, nach der Ausscheidung von rund 220 Lokomotiven ist diese Zahl auf 50 gesunken. Selbst diese Anzahl ist noch unwirtschaftlich hoch, könnte

man doch mit rund 20 Lokomotivreihen das Auslangen finden; von einer weiteren Verschrottung veralteter Lokomotiven muß jedoch mangels der zum Ersatz nötigen finanziellen Mittel der nächsten Zukunft abgesehen werden.

Behufs Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Zugförderungsdienstes werden einerseits die Lokomotiven älterer Bauart bei schwächerem Verkehr abgestellt, andererseits wurden die hierzu noch geeigneten Lokomotiven durch Einbau von Überhitzern, Anordnung von Speisewasservorwärmern und anderen neuzeitlichen Einrichtungen wirtschaftlicher gestaltet. Auf diese Weise und durch Anwendung entsprechender Verwaltungsmaßregeln ist es gelungen, den spezifischen Kohlenverbrauch der Lokomotiven in dem Maße zu verbessern, daß er in der letzten Zeit bereits unter den Verbrauch der Vorkriegszeit gesunken ist. Der durchschnittliche spezifische Kohlenverbrauch des Gesamtnetzes für je 100 Bruttotonnenkilometer (ohne Anrechnung der Lokomotivgewichte) gestaltete sich wie folgt:

Jahr	kg Normalkohle	Jahr	kg Normalkohle
1911	11,20	1920	21,20
1912	11,48	1921	19,09
1913	11,25	1922	16,55
1914	11,23	1923	15,44
1915	11,35	1924	14,54
1916	11,69	1925	12,48
1917	12,97	1926	11,03
1918	12,85	1927	10,54
1919	22,40	1928	10,75

Als Normalkohle gilt eine Kohle von 4350 W.E. und 4,27facher Verdampfung. Wird in Betracht gezogen, daß die jetzigen Landesgrenzen die Wirtschaftlichkeit der Zugförderung höchst nachteilig beeinflussen (so sind die Lokomotivdienst-einteilungen infolge der Kürze der neu abgegrenzten Linien unvorteilhaft, günstig gelegene Linien mit starkem Verkehr wurden abgetrennt usw.), so erhalten die oben angeführten Zahlen erhöhten Wert.

### Die neuere Entwicklung des Lokomotivparks.

Wie eingangs erwähnt wurde, kam die Verstaatlichung der ungarischen Eisenbahnen im Jahre 1891 zum Abschluß.

Von diesem Zeitpunkte an schufen die Staatsbahnen im Verein mit der staatlichen Maschinenfabrik in Budapest die eigentlichen Staatsbahnbauarten, unter denen mehrere vom geschichtlichen Standpunkt als interessant betrachtet werden können. Es mag hier z. B. die 2 B-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive mit Tandemanordnung der Dampfzylinder erwähnt werden, die im Jahre 1892 gebaut wurde.

Die nachfolgenden zwei Jahrzehnte bis zum Kriegsausbruch — Sturm- und Drangperiode der ungarischen Staatsbahnen — weisen eine mächtige Entwicklung auf. Die infolge der Erhöhung der Zuggewichte und Fahrgeschwindigkeiten stetig steigenden Bedürfnisse erheischen immer leistungsfähigere Lokomotivbauarten. Unter sorgfältiger Beobachtung der Entwicklung der Lokomotivtechnik im Auslande entstanden nun in rascher Reihenfolge die neuen Bauarten der ungarischen Staatsbahnen.

Was die Entwicklung der Schnellzuglokomotiven anbelangt, befriedigte die 2 B-Anordnung bis zum Jahre 1901, danach folgten leistungsfähige 2 B 1-Vierzylinder-Verbundlokomotiven und vom Jahre 1912 an mußten auch letztere den 1 C 1-, 2 C- und 2 C 1-Bauarten weichen. Nach Kriegsende zeigte sich das Bedürfnis nach noch leistungsfähigeren und zugkräftigeren Lokomotiven; so entstand vor einigen Jahren die 2 D-Bauart der ungarischen Staatsbahnen.

Der Aufschwung des Vorortverkehrs erheischte auch Sonderbauarten; für diese Zuggattungen wurden 1 C 1- und 1 D-Tenderlokomotiven in Dienst gestellt.

Für den Güterzugdienst entstanden verschiedene Bauarten der C- und D-Anordnung und als Regelbauart wurden in größerer Anzahl 1 C 1-Lokomotiven für Flachlandstrecken beschafft. Für Hügellandstrecken wurde vor zwei Jahren eine 1 D-Bauart entworfen.

Zur Abwicklung des Verkehrs auf steigungsreichen Strecken mit langen Steigungen bis zu 25% (z. B. auf den Teilstrecken Cameral Moravice—Fiume, Salgótarján—Ruttká, Piski—Petrozsény, Brassó—Predeál usw.) sind sehr leistungsfähige Mallet-Lokomotiven gebaut worden. Hierunter sind zu erwähnen die B + B-, 1 B + B-, C + C-Bauarten und endlich die 1 C + C-Lokomotive Reihe 601, welche auch heute noch zu den leistungsfähigsten Lokomotiven des Festlandes zählt.

Für die in verhältnismäßig großer Betriebslänge vertretenen Lokalbahnen mit leichtem Oberbau wurden zwei 1 C 1-Tenderlokomotivarten eingeführt; auch für die vom Staate betriebenen Privat-Schmalspurbahnen sind verschiedene Bauarten, darunter mit Klien-Lindner-Hohlachsen entworfen worden.

Der in den letzten Jahren immer stärker fühlbare Wettbewerb des Autoverkehrs hatte auf den Lokalbahnen eine tiefgehende Änderung der Zugförderung zur Folge. Auf vielen Strecken wurden die gemischten Züge aufgelassen und der Personenverkehr vom Güterverkehr vollkommen getrennt. Zur Abwicklung des Personenverkehrs wurden teilweise Triebwagen, teilweise zur Beförderung von leichten Personenzügen mit erhöhter Reisegeschwindigkeit die leichte 1 B 1-Tenderlokomotive Reihe 22 als neueste Bauart der Staatsbahnen beschafft.

### Vervollkommnung der Lokomotivbauarten.

Die ungarischen Staatsbahnen haben im Laufe der Entwicklung ihrer Lokomotivbauarten stets die neuesten Errungenschaften der Lokomotivtechnik berücksichtigt. Mit dem Werdegang der Dampflokotiven Schritt haltend haben sie zu Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts an ihren Lokomotiven die Verbundwirkung eingeführt. Wie oben erwähnt, besaß die Staatsbahn bereits zu dieser Zeit Vierzylinder-Verbundlokomotiven in Tandemanordnung. Bald nachher folgten auch vierzylindrige Lokomotiven mit in einer Reihe angeordneten Zylindern teils nach Bauart v. Borries, teils nach Bauart de Glehn. Auch die Einführung des Heißdampfes erfolgte rechtzeitig und es wurden gründliche Versuche mit dem Pielock-Überhitzer, Dampftrockner Bauart Clench und endlich mit dem Schmidt-Überhitzer durchgeführt. Seit dem Jahre 1910 sind alle Lokomotiven mit Schmidt-

Überhitzer gebaut worden; im derzeitigen Bestand sind 720 Lokomotiven mit diesem Überhitzer ausgerüstet.

In den Jahren 1912 und 1913 haben die Staatsbahnen sehr umfangreiche Vergleichsversuche an Heißdampflokotiven mit einfacher und zweifacher Dampfdehnung unternommen. Diese Versuche wurden mit der Zwilling- und Zweizylinderverbundbauart der 2 C-Lokomotive Reihe 327, ferner mit der Vierlings- und Vierzylinder-Verbundbauart der 2 C 1-Lokomotive Reihe 301 durchgeführt. Auf Grund der Versuchsergebnisse und nach reiflicher Überlegung aller betrieblicher und wirtschaftlicher Verhältnisse entschieden sich die Staatsbahnen, bei Anwendung hochüberhitzten Dampfes zugunsten der einfacheren, in Anschaffung und Instandhaltung billigeren Zwilling- bzw. Vierlingsanordnung. Dementsprechend sind sämtliche neue Lokomotiven seit Kriegsanfang als Heißdampflokotiven mit einfacher Dehnung des Dampfes ausgeführt worden.

Ein besonderes Augenmerk haben die ungarischen Staatsbahnen stets auch den verschiedenen Einrichtungen zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers gewidmet.

Im Laufe der Zeiten sind verschiedene Speisewasservorwärmer erprobt worden. Sorgfältige Versuche wurden durchgeführt mit Pumpenvorwärmern der Bauarten Caille-Potonié, Knorr-Nielebock, Teudloff-Dittrich-Budapest, mit der Kondensationspumpe „Dabeg“, ferner mit Abdampfinjektoren Bauart Friedmann-Metcalf.

Auf Grund mehrjähriger Betriebserfahrungen haben sich die Staatsbahnen zur Einführung des Abdampfinjektors als Regelbauart entschlossen. Die im Betriebe mit den verschiedenen Bauarten erzielten Kohlenersparnisse waren wenig verschieden und schwankten zwischen 6 bis 8%, die Kosten der Anschaffung und Instandhaltung weichen dagegen voneinander sehr ab.

Die Anschaffungskosten der oben angeführten Vorwärmer sind rund doppelt so hoch, wie jene des Abdampfinjektors, die Instandhaltungskosten der vierteiligen Vorwärmer sind ebenfalls bedeutend, wogegen diese Kosten beim Abdampfinjektor verschwindend gering sind. Derzeit sind bereits mehr als 600 Lokomotiven mit Speisewasservorwärmern, hiervon mehr als die Hälfte mit Abdampfinjektoren ausgerüstet, in den folgenden Jahren sollen noch weitere 500 Lokomotiven mit Abdampfinjektoren ausgerüstet werden.

Hinsichtlich der Vervollkommnung der Kesselkonstruktion sei angeführt, daß die ungarischen Staatsbahnen als eine der ersten umfangreiche Versuche mit Wasserrohrfeuerbüchsen Bauart Brotan eingeleitet haben, welche Bauart sich in bezug auf Verdampfungsvermögen und Leistungsfähigkeit bewährt hat. Zu einer allgemeineren Einführung gelangte diese Kesselbauart jedoch erst im Laufe des Krieges. In den Kriegsjahren mußte nämlich der Lokomotivpark durch Neuanschaffungen sehr beträchtlich verstärkt werden, wobei die Verwaltung infolge des großen Kupfermangels in eine schwierige Lage kam. Nachdem die früheren Versuche mit eisernen Feuerbüchsen normaler Bauart keineswegs zufriedenstellende Ergebnisse zeitigten, führte auch die Zwangslage dazu, daß alle während des Krieges entstandenen Lokomotivreihen mit Brotan-Kesseln gebaut wurden. In dem jetzigen Bestand beträgt die Zahl der mit solchen Kesseln ausgerüsteten Lokomotiven 520 Stück.

Nach der allgemeineren Einführung dieser Kesselbauart haben sich die oben erwähnten Vorteile zwar auch weiterhin behauptet, aber es sind auch Nachteile betrieblicher Art zutage getreten, namentlich die am Kesselvorkopf regelmäßig erscheinenden Risse, die sich rasch erweiterten und die Außerdienststellung der Lokomotive zur Ausbesserung zur Folge hatten. Diese betrieblichen Schwierigkeiten haben sich seit Einführung des Samesreutherschen Kupferschweiß-

verfahrens insofern gemildert, daß der rissige Kesselteil zur Ausbesserung nicht mehr ausgebaut werden muß, wodurch die Zeitdauer der Außerdienststellung stark verringert wird. Weitere betriebliche Schwierigkeiten werden bei dieser Bauart auch dadurch verursacht, daß an der äußeren Chamotteverkleidung der Wasserrohre oft Risse entstehen, welche den Zutritt von Sekundärluft in die Feuerbüchse zur Folge haben.

Sämtliche neuere Lokomotiven werden nun wieder mit kupfernen Feuerbüchsen der Regelbauart beschafft.

Bei letzteren sind in den letzten Jahren Schwierigkeiten anderer Art wahrnehmbar geworden. Infolge des Friedensdikтата sind uns die wertvollen Kohlenreviere des Zsilbeckens verloren gegangen, so daß die Staatsbahnen nunmehr auf die in Rumpf-Ungarn zur Verfügung stehenden Braunkohlen und Lignite angewiesen sind. Unter diesen gibt es auch solche mit hohem Schwefelgehalt, der auf die kupfernen Platten, Stehbolzen- und Rohrstützen zerstörend wirkt. Es zeigen sich bei Verfeuerung dieser Braunkohlen vorzeitige Abzehrungen und die betreffenden Bestandteile der Feuerbüchsen müssen nach verhältnismäßig kurzer Betriebsdauer erneuert werden. Diesen Schwierigkeiten wurde teils schon vorgebeugt, teils sind noch Versuche im Gange, so z. B. mit Feuerbüchsen aus Sonderbaustoffen (Pirex-Metall u. a.) mit Stehbolzen aus Nickelkupferlegierung (3% Ni-Gehalt).

Bedeutende Betriebsschwierigkeiten verursachte die vorzeitige Abzehrung bzw. der Abbrand der kupfernen Rohrstützen. Die vor einigen Jahren mit Rohrstützen aus Weicheisen durchgeführten Versuche haben so befriedigende Ergebnisse gezeitigt, daß an Stelle der kupfernen allgemein diese Rohrstützen eingeführt werden. Die Werkstätten sind mit den hierzu nötigen Werkzeugmaschinen und Schweißöfen bereits ausgerüstet.

Es mag hierbei noch erwähnt werden, daß eine Anzahl kleinerer Lokomotiven Feuerbüchsen der Bauart Polonceau haben, welche sich bei kleinen Abmessungen gut bewährt haben.

Die ungarischen Staatsbahnen verfolgen seit Jahren mit regem Interesse auch die Entwicklung der Kohlenstaubfeuerung. Vor einigen Jahren ist eine Lokomotive Reihe 324 mit der Staubkohlenfeuerung schwedischer Bauart ausgerüstet worden, die jedoch nicht genügend betriebssicher war. Vor kurzer Zeit sind weitere zwei Lokomotiven derselben Reihe mit der Bauart der A.E.G. ausgerüstet worden. An den Einzelheiten dieser Einrichtung haben die ungarischen Staatsbahnen im Einvernehmen mit der antragstellenden Firma einige Abänderungen vorgenommen, manche Teile sind auch auf Anregung der ungarischen Staatsbahnen vereinfacht worden. Die Art der Einblasung des Kohlenstaubes mußte entsprechend dem hohen Schlackenengehalt des ungarischen Braunkohlenstaubes ebenfalls abgeändert werden. Endgültige wirtschaftliche Ergebnisse liegen noch nicht vor, die gute Dampferzeugung konnte jedoch bereits festgestellt werden.

Auch die Rauchverzehreinrichtungen verschiedener Bauart sind von jeher aufmerksam verfolgt worden. Zur Zeit sind einige Lokomotiven versuchsweise mit den Einrichtungen von Langer und Huwyler ausgerüstet. Wenn auch bisher eine nennenswerte Kohlenersparnis nicht festgestellt werden konnte, ist doch wenigstens die Rauchplage bei diesen Lokomotiven gemildert.

Von sonstigen Kesselausrüstungsteilen mag die allgemeine Verwendung von Speisewasser-Schlammabscheidern erwähnt werden. Als Regelbauart galt bis vor kurzem die aus der Literatur wohlbekannte Einrichtung von Pecz-Rejtö. Neuerdings wurde eine Anzahl von Lokomotiven mit anderen Schlammabscheidern (Bauart R.Z.A., Bauart der ungarischen Staatsbahnen mit berieselten wagrechten Tellern usw.) ausgerüstet, welche letztere sich gut bewährt haben.

Zur Verhütung des Funkenfluges und der hieraus folgenden Schäden ist ein Teil des Lokomotivparkes an Stelle des früheren Funkensiebes mit dem ungarischen Funkenfänger Bauart Neugebauer ausgerüstet worden.

Weiter ist eine bedeutende Anzahl von Lokomotiven mit Kiprost Bauart Rezsny, Kesselabschlamm-schiebern Bauart Friedmann, Ventilreglern Bauart Schmidt-Wagner, Wasserstandsgläsern mit doppelten Kugelventilen und mit anderen neuzeitlichen Einrichtungen ausgerüstet worden, so z. B. mit Dampfüberströmeinrichtungen, welche ermöglichen, den Dampf der rückkehrenden Lokomotiven zum Vorwärmen des Speisewassers anderer Lokomotiven zu verwerten. (Die Konstruktion ist aus Textabb. 1 ersichtlich.)

Zur Schmierung werden in der Regel Schmierpressen der Firma Friedmann angewendet. Zwecks Sicherung des Ölzutritts zu den Schmierstellen, bzw. zur Verhinderung von Wasserrückströmung in die Ölleitungen werden in letztere die sog. „Olva“ Membranventile der genannten Firma eingebaut, die sich gut bewährt haben.

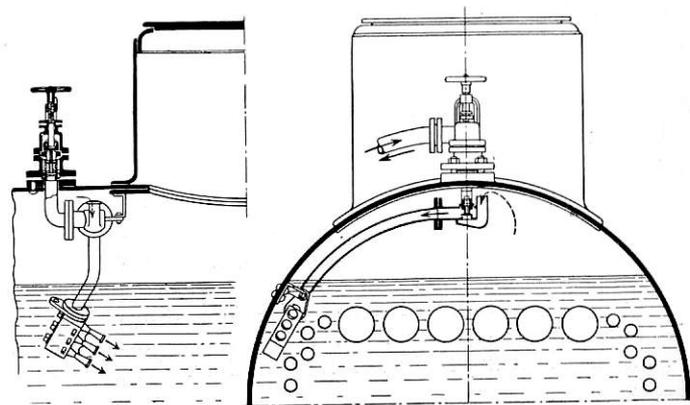


Abb. 1. Dampfüberströmeinrichtung zum Vorwärmen des Speisewassers.

Eine Anzahl von Lokomotiven besitzt auch zentrale Achslager-Schmierung; hierbei wurde eine Ölersparnis von rund 20% erzielt. Zur Schmierung der Luft- und Speisepumpen dienen Schmierpressen Bauart de Limon-Flume. Die in den Lagerschalen der Trieb- und Kuppelstangen eingesetzten Schmierfilze haben sich gut bewährt.

Hier sei erwähnt, daß zur Schmierung der dampfberührten Triebwerksteile der Lokomotiven seit mehreren Jahren anstatt der früheren sog. Zylinderöle ausschließlich hochwertige Pennsylvaniaöle (Valvolinöl und verwandte Öle) angeschafft werden. Seit Einführung dieser Öle konnte bei gleichzeitiger Verringerung der Instandhaltungskosten der spezifische Ölverbrauch von früher 22 bis 24 g/km auf 4 g/km und darunter ermäßigt werden, so daß trotz des hohen Preises letztgenannter Öle eine bedeutende Ersparnis erzielt werden konnte.

Sämtliche Heißdampflokomotiven haben Kolbenschieber mit schmalen Ringen. Als Stopfbüchsenpackungen wurden früher die Metalldichtungen der Bauart Schmidt verwendet; an Stelle dieser sind seit einigen Jahren die gußeisernen Dichtungen Bauart Hauber eingeführt worden, welche letztere sich viel besser bewährt haben. Eine Anzahl von Lokomotiven ist neuerdings versuchsweise auch mit Huhnschen Packungen ausgerüstet worden.

Zur Beleuchtung dienen im allgemeinen Azetylen-einrichtungen mit zentraler Gasentwicklung. Versuchsweise wurden Lokomotiven mit elektrischer Turbodynamo-Beleuchtung Bauart „Sunbeam“ und A.E.G. ausgerüstet. Auf Grund der günstigen Erfahrungen ist für eine größere Anzahl von

A.E.G.-Einrichtungen der Lizenz-Firma in Budapest der Auftrag erteilt worden.

Es sei noch bemerkt, daß an Tendern Parallelversuche mit der Achsbuchsbauart „Isothermos“ und der ungarischen Bauart Kertész im Gange sind.

### Kurze Schilderung einiger Lokomotivreihen.

Die Zahlentafel (S. 322/323) enthält die Hauptabmessungen neuerer Lokomotivbauarten.

Infolge des beschränkten Raumes muß auf eine eingehende Beschreibung dieser Lokomotivbauarten verzichtet werden und es sollen nur die betrieblichen Erfahrungen kurz geschildert werden. \*)

#### 2 C 1 Vierlings-Heißdampf-Schnellzuglokomotive Reihe 301.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 2, Textabb. 2 und Abb. 1, Taf. 20.)

Diese Lokomotive, kurz vor dem Kriege zur Beförderung schwerer Schnellzüge auf Flachlandstrecken mit schwerem Oberbau (16 t Achsdruck) eingeführt, diente in erster Reihe zur Beförderung der Schnellzüge bis zu 48 Achsen und mit 100 km/Std. Grundgeschwindigkeit auf der ehemaligen ungarischen Hauptstrecke Budapest—Pozsony (Preßburg)—Wien. Zur Zeit ihrer Entstehung war sie die leistungsfähigste Schnellzuglokomotive des Festlandes. Im Laufe der im Jahre 1913 durchgeführten Versuchsfahrten beförderten Lokomotiven

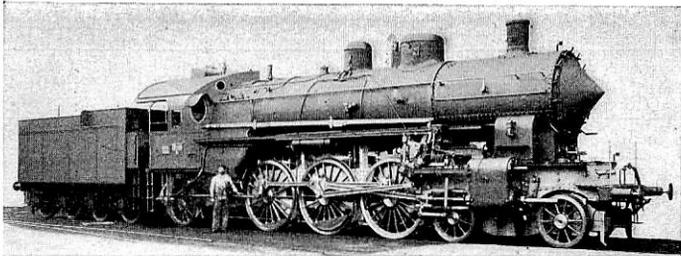


Abb. 2. 2 C 1 Vierlings-Heißdampf-Schnellzuglokomotive Reihe 301.

dieser Gattung wiederholt Schnellzüge bis zu 706 t Wagengewicht, wobei auf der Flachlandstrecke 100 km/Std. Geschwindigkeit eingehalten werden konnte. Anlässlich der Abnahmeprobefahrten sind wiederholt Höchstgeschwindigkeiten bis zu 140 km/Std., entsprechend 406 Umdrehungen/Min., erreicht worden. Der Lauf dieser Lokomotiven ist auch bei sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten durchaus ruhig.

Nach Abzug der rumänischen Truppen aus dem jetzigen Ungarn, verblieben im Fahrpark nur mehr 7 Lokomotiven dieser Reihe; sie dienen zur Beförderung der Schnellzüge auf der Hauptstrecke Budapest—Győr (Raab)—Hegyeshalom.

#### 2 C Zwillings-Heißdampf-Schnellzuglokomotive Reihe 327.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 4, Textabb. 3.)

Diese Lokomotive wurde mit der vorerwähnten Type gleichzeitig beschafft und diente zur Beförderung der Personen- und Schnellzüge auf Hauptstrecken mit leichtem Oberbau (14 t Achsdruck). Sie wurde als Ersatz für die früher verwendeten Lokomotiven mit zwei gekuppelten Achsen beschafft, die zur Beförderung der schweren Schnellzüge nicht mehr ausreichten.

#### 2 C Zwillings-Heißdampf-Schnell- und Personenzuglokomotive Reihe 328.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 5, Textabb. 4 und Abb. 2, Taf. 20.)

Im Laufe des Krieges mußten Lokomotiven der 2 C-Achsanordnung fortlaufend in großer Anzahl beschafft werden. Infolge des bereits erwähnten Kupfermangels konnten die

\*) Eine ausführliche Schilderung der baulichen Eigentümlichkeiten der ung. Lokomotiven ist für ein späteres Heft in Aussicht gestellt.

Lokomotiven der vorher erwähnten Reihe 327 in ihrer ursprünglichen Bauart, d. h. mit schmaler kupferner Feuerbüchse nicht weiter beschafft werden und es mußten unter Zugrundelegung des Brotankessels, neue Entwürfe mit höherer Kessellage ausgearbeitet werden.

Da bei der Reihe 327 infolge des Antriebs der ersten Kuppelachse ungünstige Kräftewirkungen entstanden, wurde bei der neuen Type (Reihe 328) die zweite Kuppelachse als Triebachse gewählt. Ein Teil dieser Lokomotiven wurde seiner Zeit mit Rücksicht auf die Dringlichkeit im Ausland — bei Henschel u. Sohn in Kassel — beschafft.

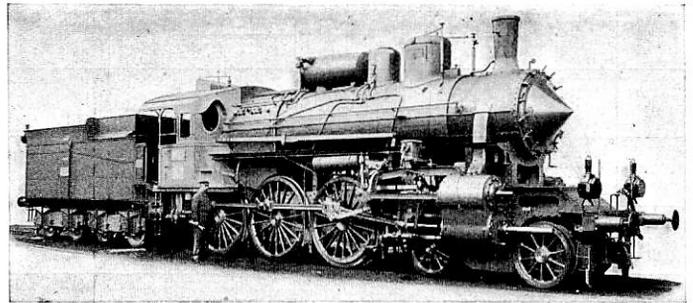


Abb. 3. 2 C Zwillings-Heißdampf-Schnellzuglokomotive Reihe 327.

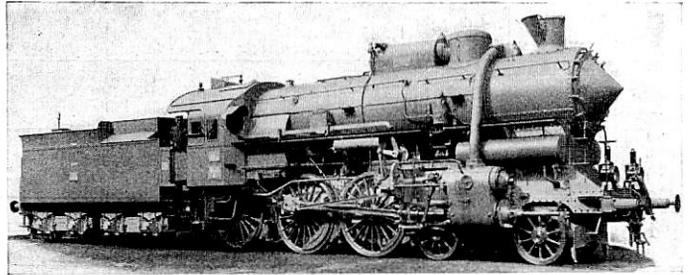


Abb. 4. 2 C Zwillings-Heißdampf-Schnellzuglokomotive Reihe 328.

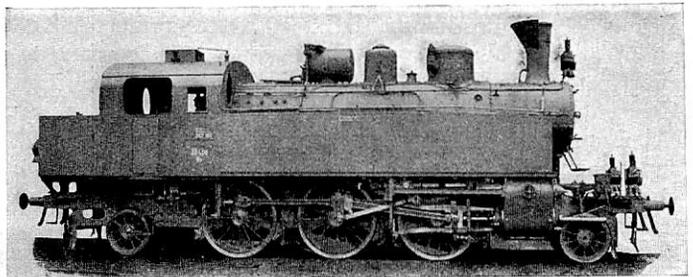


Abb. 5. 1 C 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 342.

Diese Bauart hat sich sehr gut bewährt; zur Beförderung von Schnell- und Personenzügen auf Flachlandstrecken mit 14 t höchster Achsbelastung werden nun größtenteils diese Lokomotiven benützt.

#### 1 C 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 342.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 6, Textabb. 5 und Abb. 3, Taf. 20.)

Diese Bauart entstand ebenfalls in den Kriegsjahren, als sich das Bedürfnis nach einer sowohl zur Beförderung der Vorortpersonenzüge, wie auch zur Beförderung von Eilgüterzügen geeigneten leistungsfähigen Tenderlokomotive zeigte. Dem Entwurf der neuen Lokomotivbauart wurde die 1 C 1-Achsanordnung mit Brotan-Kessel zugrunde gelegt; die Achslast wurde im Interesse der Freizügigkeit mit 14 t begrenzt.

Zahlen-  
Hauptabmessungen neuerer Lokomotiv-

Laufende Nr.	Reihe	Bauart	Kessel- druck at	Zylinder- durchmesser mm	Kolben- hub mm	Kesselmitte über Schienen- oberkante mm	Heizfläche in m <sup>2</sup>				Rost- fläche m <sup>2</sup>	Durch- messer des Triebrades mm
							der Feuer- büchse	der Rohre	des Überhitz- Dampf- b.	im ganzen		
1	22	1 B 1 T	13	2 × 355	460	2400	5,50	43,7	16,7	65,9	1,25	1220
2	301	2 C 1	$\frac{12}{16}$	$\frac{4 \times 430}{2 \times 410/650}$	660	3020	16,80	245,1	53,6	315,5	4,84	1826
3	324	1 C 1	12	2 × 510	650	2850	11,—	164,1	37,9	213,—	3,10	1440
4	327	2 C	$\frac{12}{15}$	$\frac{2 \times 550}{525/780}$	650	2885	13,4	139,4	34,—	186,8	3,09	1826
5	328	2 C	12	2 × 570	650	3150	16,20	151,4	45,2	212,8	3,25	1826
6	342	1 C 1 T	13	2 × 500	650	2950	$\frac{11,80}{11,80}$	$\frac{89,2}{110,0}$	$\frac{29,8}{51,2}$	$\frac{130,8}{173,0}$	2,34	1606
7	375	1 C 1 T	12	2 × 410	600	2500	9,19	77,21	22,6	109,—	1,80	1180
8	376	1 C 1 T	12	2 × 370	540	2570	7,25	59,25	16,9	83,4	1,55	1040
9	402	1 D	13	2 × 600	660	3150	17,65	196,9	58,—	272,55	4,45	1350
10	424	2 D	13	2 × 600	660	3300	17,30	203,2	55,7	276,2	4,45	1606
11	442	1 D 1 T	12	2 × 570	650	2900	$\frac{16,2}{16,3}$	$\frac{124,9}{132,1}$	$\frac{36,3}{63,7}$	$\frac{177,5}{212,1}$	2,77	1606
12	601	1 C + C	15	2 × 520/800	660	3120	23,—	252	66	341	5,09	1440

\*) Anmerkung: T = Tenderlokomotive.

Der weiteren Anforderung, daß der Fassungsraum der Kohlen- und Wasserbehälter reichlich bemessen sein möge, konnte nur auf Kosten der Kesselabmessungen Genüge geleistet werden. Gelegentlich der späteren Nachbestellungen wurden zwecks Erhöhung der Kesselleistung verschiedene Änderungen vorgenommen, so wurde anstatt dem Schmidt-Überhitzer normaler Bauart der Kleinrohrüberhitzer eingebaut, wodurch die Gesamtheizfläche eine nennenswerte Erhöhung erfuhr.

Auch diese Lokomotiven sind zum Teil bei Henschel u. Sohn beschafft worden.

Letzthin wurde bei einer Anzahl dieser Lokomotiven zwecks Verfeuerung minderwertiger Kohle der Fassungsraum der Kohlenbehälter vergrößert und auch der Wasservorrat erhöht, wodurch der Achsdruck auf 15,25 t stieg.

#### 1 D 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 442.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 11, Textabb. 6 und Abb. 4, Taf. 20.)

Die Entwürfe dieser Bauart wurden fast gleichzeitig mit jenen der oben erwähnten Tenderlokomotive Reihe 342 ausgearbeitet.

Diese kräftigen viergekuppelten Lokomotiven dienen zur Beförderung der Vorortzüge auf Hügellandstrecken und sind teils mit Großrohrüberhitzer, teils mit Kleinrohrüberhitzer ausgerüstet. Bei beiden Abarten konnte der Kessel reichlicher bemessen werden als bei der Reihe 342. Bei den Erstananschaffungen wurden einige Lokomotiven mit vorderem und hinterem Krauß-Helmholtz-Drehgestell, andere wieder mit

Adams-Webb-Achsen ausgeführt. Es konnten jedoch keine besonderen Vorteile zugunsten der erwähnten Drehgestelle festgestellt werden; die weiteren Lokomotiven wurden daher mit den einfacheren Adams-Webb-Achsen beschafft.

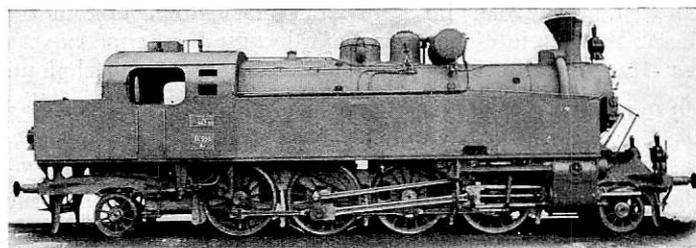


Abb. 6. 1 D 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 442.

#### 2 D Zwillings-Heißdampflokomotive Reihe 424.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 10, Textabb. 7 und Taf. 21.)

Schon im Kriege erwies sich die Notwendigkeit einer leistungsfähigeren Lokomotivbauart zur Beförderung der schweren Schnell- und Personenzüge auf steigungsreichen Strecken.

Auf diesen Strecken entsprach selbst die Lokomotive Reihe 301 den Anforderungen nicht mehr. Die zu beschaffende neue Lokomotive sollte auch zur Beförderung von Eilgüterzügen geeignet sein.

tafel.

bauarten der k. ung. Staatsbahnen.

Fester Achsstand	Ganzer Achsstand	Größter Achsdruck t	Zulässige Geschwindigkeit km/Std.	Tender			Gewicht					Bemerkungen	
				Anzahl der Achsen	Inhalt		der Lokomotive			des Tenders			Zusammen im Dienste t
					Wasser m <sup>3</sup>	Brennstoff t	leer t	im Dienste t	Reibung t	leer t	im Dienste t		
2000	6000	10 oder 9	65	—	4	1,66	28,4	34,36	20	—	—	34,36	Kleinrohrüberhitzer
3880	11340	$\frac{15,72}{16,32}$	100	4	26	8	75,91	84,66	47,16	22,7	56,7	141,36	Vierling Vierzylinder Verbund
3500	8310	1409	75	3	14,5	7,3	53,9	60,11	42,27	15,—	36,8	96,91	
3920	$\frac{8280}{8460}$	$\frac{14,14}{14,36}$	100	4	20	9	56,86	62,88	42,41	23,8	52,8	115,68	Zwilling Zweizylinder Verbund
4140	7940	14,24	100	4	20	9	62,5	69,4	42,72	23,8	52,8	122,2	
4000	9640	14,29	85	—	8	4,4	55,04	72,03	43,26	—	—	—	Normaler Überhitzer Kleinrohrüberhitzer
2825	7650	10,50	60	—	5,6	3,2	38,51	52,03	31,34	—	—	—	
2580	6530	9,27	45	—	5	1,7	35,82	45,93	27,77	—	—	—	
3600	7960	16,13	65	4	24	9	68,96	77,94	64,18	25,2	58,2	136,14	
3600	9500	14,20	85	4	24	9	74,22	83,20	57,20	25,2	58,2	141,40	
1800	10700	14,42	85	—	8	5	67,3	86,—	57,44	—	—	—	Normaler Überhitzer Kleinrohrüberhitzer
3400	11900	16,015	60	4	26	8	96,69	106,54	94,68	22,7	56,7	163,24	Mallet Bauart.

Im Interesse der Freizügigkeit der Lokomotive wurde die höchste Achslast mit 14,4 t begrenzt.

Behufs Erzielung größtmöglicher Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit ist der Bemessung des Kessels und der Wahl seiner Maßverhältnisse ein besonderes Augenmerk gewidmet

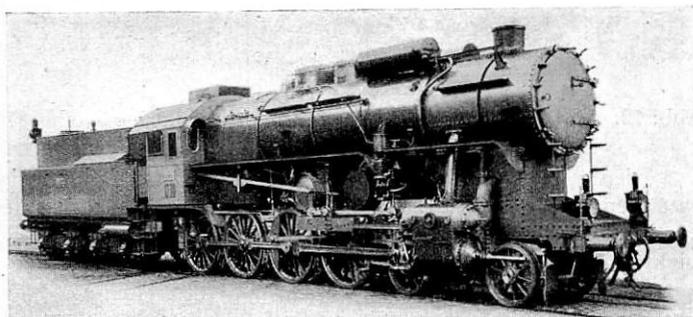


Abb. 7. 2 D Zwilling-Heißdampf-Schnellzuglokomotive Reihe 424.

worden, wobei auch die neuesten ausländischen Lokomotiven ähnlicher Bauart berücksichtigt wurden.

Mit diesen in den Jahren 1924 bis 1926 erbauten Lokomotiven gelang es, eine Type zu schaffen, deren Wirtschaftlichkeit jene aller modernen ungarischen Lokomotiven weit übertraf. Es sei hier bemerkt, daß im Betriebsjahr 1927/28 der durchschnittliche Kohlenverbrauch dieser Lokomotiven

6,14 kg Normalkohle für 100 tkm betrug, gegenüber dem Verbrauch anderer moderner Typen von 7,8 bis 9 kg/100 tkm. Diese Ziffer ist um so mehr beachtenswert, als sie den Durchschnittsverbrauch der für verschiedene Zuggattungen (Schnell-, Personen- und Güterzüge) verwendeten Lokomotiven dieser Reihe darstellt.

Nachdem die Lokomotive außer Schnell- und Personenzügen auch Eilgüterzüge zu befördern hat, ist als Triebdurchmesser das auch bei anderen ungarischen Bauarten angewendete Maß von 1606 mm gewählt worden, das infolge der kräftigen Anfahrbeschleunigung der Lokomotive und der auf Steigungen erzielbaren höheren Geschwindigkeiten auch im Schnellzugdienst entspricht.

Im normalen Dienst befördern diese Lokomotiven auf langen Steigungen von 6,7<sup>0</sup>/<sub>00</sub> mit Krümmungen von 400 m Halbmesser Schnellzüge von 52 bis 55 Achsen mit 60 km/Std. Geschwindigkeit. Auf denselben Strecken befördern sie auch Güterzüge von 900 t Wagengewicht.

**1 C 1 Zwilling-Heißdampf-Güterzuglokomotive Reihe 324.** (Siehe Zahlentafel, Nr. 3, Textabb. 8 und Abb. 5, Taf. 20.)

Diese Bauart hat sich vorzüglich bewährt und bildet die Regelbauart für Flachlandgüterzüge. Die Lokomotive ist zuerst im Jahre 1909 als Satteldampf-Zweizylinder-Verbundlokomotive, später als Heißdampf-Zwillinglokomotive und mit Brotan-Kessel gebaut worden; die nach dem Kriege beschafften Lokomotiven haben wieder kupferne Feuerbüchsen normaler

Bauart erhalten. Diese Bauart wird auch zur Beförderung von Personenzügen verwendet.

### 1 D Zwillings-Heißdampf-Güterzuglokomotive Reihe 402.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 9, Textabb. 9 und Abb. 6, Taf. 20.)

Da die Lokomotiven der Reihe 324 zur Beförderung schwerer Güterzüge auf langen Steigungen infolge ihrer begrenzten Zugkraft nicht geeignet sind und der weitaus größte Teil der Malletlokomotiven als Kriegsfolge aus dem Bestand der ungarischen Staatsbahnen ausschied, wurde vor einigen Jahren der Bau einer leistungsfähigen Güterzuglokomotive (Reihe 402) beschlossen und zwar für Strecken mit einem zulässigen Achsdruck von 16 t, so daß für die erwünschte Leistung die 1 D-Bauart entsprach.

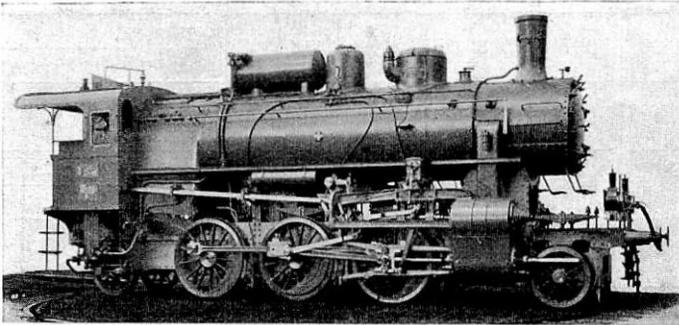


Abb. 8. 1 C 1 Zwillings-Heißdampf-Güterzuglokomotive Reihe 324.

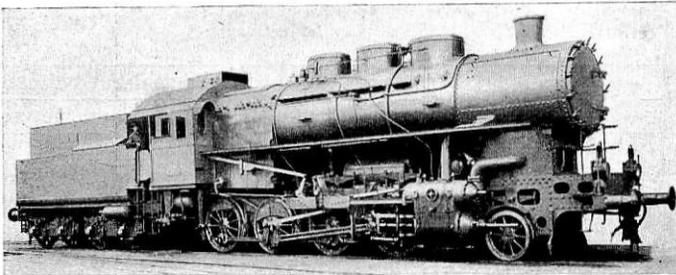


Abb. 9. 1 D Zwillings-Heißdampf-Güterzuglokomotive Reihe 402.

Bei dieser neuen Type sind Konstruktionsteile der bewährten Lokomotivreihe 424 verwendet worden. So sind unter anderem der Kessel, die Dampfzylinder, der Tender, austauschbar. Der spezifische Kohlenverbrauch der bisher vorhandenen, nur für Güterzugdienst verwendeten zwei Probelokomotiven bezifferte sich im Betriebsjahre 1927/28 auf 5,50 kg Normalkohle auf 100 tkm. Die Lokomotiven befördern auf langen Steigungen bis  $6,7 \frac{0}{100}$  Güterzüge von 1000 t Gewicht und darüber.

### 1 C + C Mallet-Heißdampflokomotive Reihe 601.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 12, Textabb. 10 und Abb. 7, Taf. 20.)

Diese Lokomotiven wurden in den Jahren 1914 bis 1918 für die Strecke Cameral—Moravice—Fiume mit langen Steigungen bis  $25 \frac{0}{100}$ , ferner für die Linie Salgótarján—Ruttká mit Steigungen bis  $16 \frac{0}{100}$  gebaut.

Sie waren z. Z. ihrer Entstehung die stärksten Güterzuglokomotiven des Festlandes und ihre Abmessungen sowie ihre Leistungsfähigkeit sind auch heute noch bemerkenswert. Die aus der Maschine errechnete größte Zugkraft beziffert sich auf mehr als 22 t, die Reibungszugkraft auf 16 t (bei  $\frac{1}{6}$  Adhäsionsziffer).

### 1 C 1 Zwillings-Heißdampf-Nebenbahn-Tenderlokomotiven Reihe 375 und 376.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 7 und 8 Textabb. 11 und 12 und Abb. 8, Taf. 20.)

Bei der Neubeschaffung von Lokomotiven für Lokalbahnen mußte berücksichtigt werden, daß der Oberbau dieser Bahnen teilweise eine Achslast von 10 t und darüber, teilweise aber nur 9 t zuläßt.

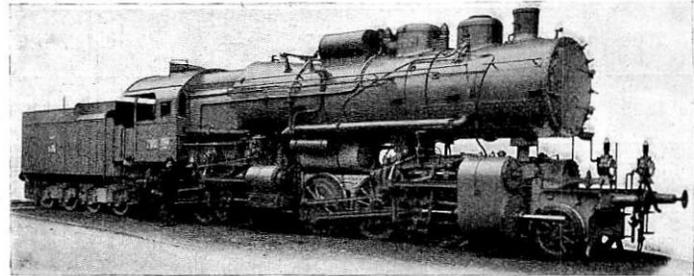


Abb. 10. 1 C + C Vierzylinder-Verbund-Heißdampf-Malletlokomotive Reihe 601.

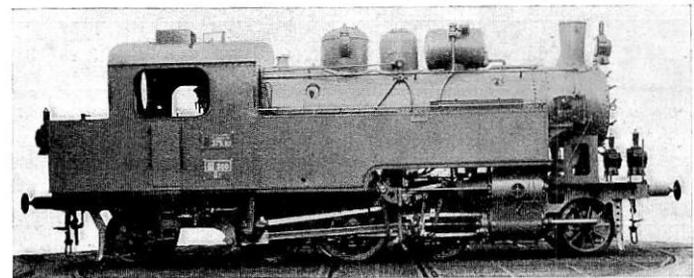


Abb. 11. 1 C 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 375.

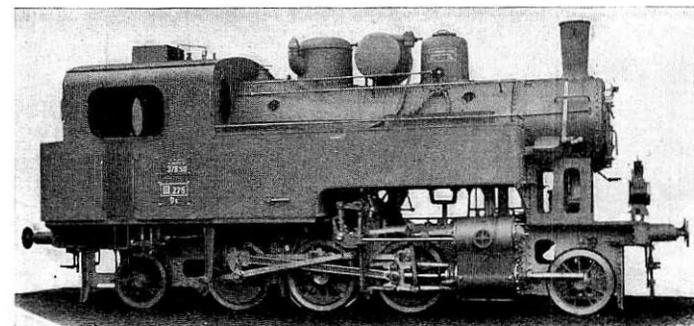


Abb. 12. 1 C 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 376.

Diesem Umstande Rechnung tragend sind zwei Lokomotivbauarten — beide 1 C 1-Tenderlokomotiven — entworfen worden. Die stärkere erhielt die Serienbezeichnung 375, die leichte 376.

Beide Lokomotivbauarten wurden anfangs als Zweizylinderverbund-Sattdampflokomotiven mit Polonceau-Feuerbüchsen, später als Heißdampf-Zwillingslokomotiven und in der Kriegszeit mit Brotan-Kessel gebaut. Sie haben sich vollkommen bewährt.

### 1 B 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 22.

(Siehe Zahlentafel, Nr. 1, Textabb. 13 und Abb. 9, Taf. 20.)

Wie schon erwähnt, hat der Aufschwung des Kraftwagenverkehrs den Personenverkehr der Eisenbahnen auch in Ungarn beeinflußt. Eine besondere Einbuße erlitt der Personenverkehr der Lokalbahnen, da auf diesen Strecken der Personenverkehr

z. T. mittels gemischter Züge abgewickelt wurde, deren Reisegeschwindigkeit sehr gering war.

Zur Bekämpfung des Autowettbewerbes mußten nun die gemischten Züge aufgelassen, der Personenzugdienst vom Güterzugdienst getrennt und zur Abwicklung des Personenverkehrs leichte Personenzüge mit erhöhter Reisegeschwindigkeit

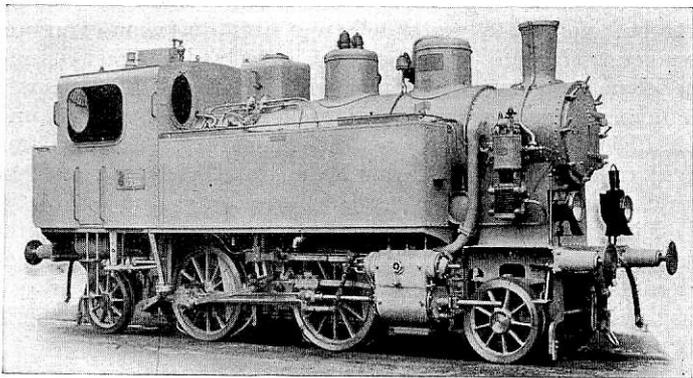


Abb. 13. 1 B 1 Zwillings-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 22.

eingesetzt werden. Letzterem Zwecke dienen teils Triebwagen, teils Dampflokomotiven.

Es ergab sich nun die Notwendigkeit eine leichte raschlaufende und wirtschaftliche Lokomotive zu bauen.

Zur Erreichung des notwendigen Reibungsgewichts ist die neue Bauart mit zwei gekuppelten Achsen ausgeführt worden, sie erhielt an beiden Enden je eine Adams-Webb-Achse,

wodurch einerseits der ruhige Lauf in beiden Fahrtrichtungen sichergestellt wurde, andererseits aber die Belastung der gekuppelten Achsen durch Mehrbelastung bzw. Entlastung der Endachsen, den jeweiligen Oberbauverhältnissen entsprechend verändert werden kann.

Die Lokomotive ist für 65 km/Std. zugelassen, fährt aber erfahrungsgemäß auch bei 80 km/Std. noch vollkommen ruhig.

In Anbetracht der begrenzten Leistungsfähigkeit der Triebwagen und auf Grund der im Parallelbetrieb mit solchen Lokomotiven und Triebwagen gewonnenen Erfahrungen ist zu erwarten, daß in der weiteren Neugestaltung des Personenverkehrs der Lokalbahnen diesen Kleinlokomotiven eine wachsende Bedeutung zufallen wird.

Was nun die künftige Entwicklung der Lokomotivbauarten anbelangt, sind hierfür, außer der jeweiligen finanziellen Lage, auch verschiedene andere Umstände ausschlaggebend. Es sind dies vor allem die Einführung der elektrischen Zugförderung, sowie die Verstärkung des Oberbaues.

Die elektrische Zugförderung ist auch bei den ungarischen Staatsbahnen in den Vordergrund getreten und die Elektrisierungsarbeiten der Hauptstrecke Budapest—Hegyeshalom sind bereits in Angriff genommen worden. Darüber wird in einem besonderen Aufsatz dieses Heftes eingehend berichtet.

In den nächsten Jahren wird auch die Erneuerung des Oberbaues erfolgen, wobei für die wichtigsten Hauptstrecken ein neues Schienenprofil von 48,3 kg/m Gewicht genehmigt wurde. Auf letzteren Strecken wird für die Lokomotiven eine ruhende Achslast von 20 t zugelassen werden.

Die Wahl künftiger Dampflokomotivtypen steht mit dem Fortschritt der genannten Arbeiten in engem Zusammenhange.

## Neue Wagenbauarten der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Oberinspektor Ing. Pfeiffer, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Hierzu Tafel 22.

Bei den zur Erneuerung des Wagenparkes notwendig gewordenen Neubeschaffungen, die der finanziellen Leistungsfähigkeit entsprechend nur geringen Umfang haben konnten, galt der traditionelle Grundsatz, die Fahrzeuge in der vollkommensten Bauart und aus den besten Materialien herzustellen, um den guten Ruf zu wahren, den die ung. Staatsb. durch zielbewußte Arbeit mehrerer Jahrzehnte errungen haben, und, um sich mit den großen Bahnen Westeuropas auf gleiche Stufe zu stellen.

Die Verwirklichung dieses Grundsatzes zeigt sich bei allen im letzten Jahrzehnt gebauten Personen- und Güterwagen, von welchen die bemerkenswertesten Bauarten nachfolgend beschrieben seien.

### 1. Vierachsige Personenwagen.

Die neuen vierachsigen Personenwagen der k. ung. Staatsbahnen für den internationalen durchgehenden Verkehr wurden ganz aus Eisen gebaut, einerseits, weil Ungarn seine bewaldeten Gebirgsgegenden verloren und deshalb nur eingeführtes Bauholz zur Verfügung hat, andererseits aber, weil bei der stets größer werdenden Länge nur durch reineiserne Konstruktion die erforderliche Festigkeit, Betriebssicherheit und ruhiger Lauf zu erzielen ist.

Die gepolsterten Wagen 1., 2. Klasse und die Wagen 3. Klasse besitzen gleiche Hauptabmessungen, Konstruktion und äußere Erscheinung. Grundriß beider Wagentypen mit den Hauptmaßen gibt Abb. 1 und 2, Taf. 22 wieder.

Die Wagen besitzen einen Kasten in schnittiger Form mit glatten Seitenwänden und Tonnendach, der mit dem Untergestell zu einer starren Einheit zusammengenietet ist. Der Oberlichtaufbau wird bei sämtlichen Wagenneubauten, ferner bei dem Wiederaufbau älterer Wagen, mit Rücksicht auf die hohen Instandhaltungskosten grundsätzlich vermieden.

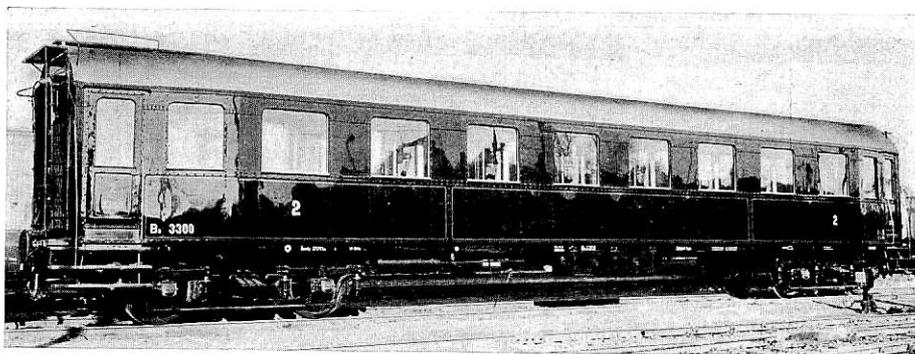


Abb. 1. Vierachsiger Personenwagen 2. Klasse.

Die Seitenwände des Kastens sind über den Langträgern derart aufgebaut, daß sie je einen Fachwerkträger bilden. Sie sind oben durch eine Dachkonstruktion verbunden, die ebenfalls als Träger dient und zur Aufnahme von Biegemomenten geeignet ist. Zu diesem Zwecke sind die Kastensäulen und Dachbogen miteinander vereinigt und als durchlaufende Kastenrippen aus gewalzten Z-Eisen ausgeführt. Die Rippenenden sind auf den Steg der Langträger unmittelbar

aufgenietet, weshalb letztere mit den Flanschen nach innen gekehrt sind (s. Textabb. 2).

In der Längsrichtung des Wagens sind zwischen den nebeneinander stehenden Kastenrippen an Stelle eines Dachrahmens aus Flußeisenblechen  $\Pi$ -förmig gepreßte, an fünf Seiten geschlossene Tröge in der Stärke der Kastenrippen eingesetzt, die sich von Rippe zu Rippe erstrecken und mit letzteren durch Niete verbunden sind. Längs dieser Tröge laufen in der ganzen Kastenlänge, innen und außen, Flach-eisenbänder, die mit den Kastenrippen und den Trögen fest vernietet, einen einheitlich zusammengebauten Träger bilden und zugleich als versteifende Knotenbleche zwischen Dachrahmen und Kastenrippen dienen. Durch diese Ausbildung des Obergurtes und der Kastenrippen ist, statt der üblichen gelenkartigen Verbindung der Kastenwände mit dem Dache, das Kastengerippe mit dem Dachgerippe konstruktiv ebenso vereinigt, wie das Untergestell mit dem Kastengerippe.

Die Kastenwände und das Tonnendach sind außen mit 3 mm starkem Eisenblech überlappt verschalt und mit Festigkeitsnieten vernietet. Diese über die Kastenwände und das Dach gespannte Blechverschalung wirkt wie Knotenbleche

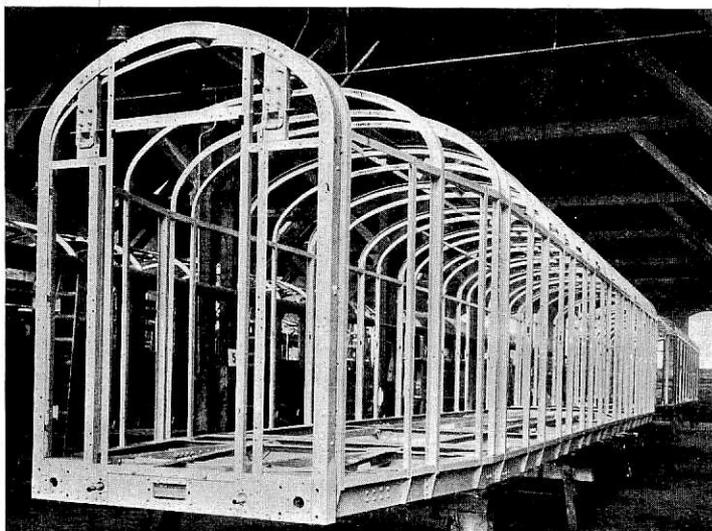


Abb. 2. Kastenrippen der eisernen Personenwagen.

und Diagonalstäbe und verleiht dem ganzen Kastenkörper eine Steifheit und Widerstandsfähigkeit, wie sie die Schiffskörper besitzen. Der Wagenkasten wird zu einem umgekehrten Schiffskörper (Textabb. 2). Mit Rücksicht auf die wichtige Rolle der äußeren Blechverkleidung ist das Durchbrechen des Dachbleches für Lampen, Ventilatoren usw. vermieden; eine Ausnahme mußte nur bei den Fülltrichtern der Abortwasserbehälter gemacht werden, weil durch die untere Fülleinrichtung allein die Wasserbehälter zur Zeit noch nicht überall gefüllt werden können.

Die oben geschilderte Wagenbauart ermöglichte das Ersparen der Langträgersprengwerke, der Kastenträger, der Knotenbleche usw., wodurch sich das Eigengewicht dieser neuen Eisenwagen um 600 bis 1000 kg niedriger stellte als bei den Holzkastenwagen gleicher Länge und gleichen Fassungsraumes.

Der Wagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit Trägern aus gepreßten Flußeisenblechen, die mittels Blatt- und Spiralfeder aufgehängt sind. Die Drehgestelle haben Doppelwiegenbalken, Schwingenpendelaufhängung und sechs Paar Wiegenzwillingsfedern. Ausgedehnte Versuche, durchgeführt mit neuen Drehgestellkonstruktionen, bei welchen ein einfacher Wiegenbalken an beiden Enden außerhalb der

Drehgestell-Langträger, also in größtmöglicher Entfernung, von je einer Blattfeder unterstützt war, haben nicht ganz befriedigende Ergebnisse hinsichtlich des ruhigen Ganges geliefert; deshalb haben die ungarischen Staatsbahnen die bisher gebrauchten gut bewährten, wenn auch vierteiligen und teuren Drehgestelle auch bei den neuen eisernen Personenwagen beibehalten.

Eines der Drehgestelle trägt eine Zugbeleuchtungsdynamo, von 1500 Watt Leistung, mit offenem Gummiriemenantrieb; um zuverlässigen Betrieb der Achsdynamo-Zugbeleuchtung zu erreichen ist eine selbstwirkende Riemen-spannvorrichtung angewendet, bestehend aus Doppelhebel und Spiralfeder, welche sich auf die Pendelwelle der Dynamo stützt und mittels Kurbel durch die Hand leicht nachgestellt werden kann.

Die Stoßvorrichtung des Wagens ist eine Ausgleichvorrichtung mit Winkelhebeln und normalen Pufferschraubenfedern, die eine bedeutende Ersparnis bietet gegenüber den Ausgleichvorrichtungen, die große, schwere und nur schwierig einzubauende Blattstoßfedern anwenden.

Die Bremsenrichtung der Wagen besteht aus Handbremse, Westinghouse-Schnellbremse, automatischer Vakuumbremse und automatischem Bremsregler; ein Teil der Wagen ist für den Verkehr über die Schweiz auch noch mit der nicht automatischen Westinghousebremse ausgerüstet.

Das Untergestell trägt noch einen Batteriekasten für zwei Bleiakkumulatorenbatterien von je 90 Ampère-Stunden Kapazität und das Dampfhauptleitungsrohr, von 51 mm lichtigem Durchmesser, mit Doppelabsperrschiebern und zweiteiligen Metallheizkupplungen. Ein Teil der Wagen ist auch mit einer Hauptleitung für elektrische Heizung ausgerüstet, bestehend aus einem Kabel von 185 mm<sup>2</sup> reinem Kupferquerschnitt in Gasrohr verlegt, mit Kupplungsdosen und Steckern, System BrownBoveri.

Die nach innen sich öffnenden Seiteneingangstüren und nach außen sich öffnenden Stirnwand-Übergangstüren sind unten mit Gummirollen und ringsum mit Lederstreifen gegen Luftzug abgedichtet. Übergangsbriicken und Faltenbälge sind die üblichen. Sämtliche Fensterrahmen sind aus gezogener Fassonbronze hergestellt; die herablaßbaren 1100 mm breiten Seitenfenster haben zur leichteren Bedienung gefederten Gewichtsausgleich.

An beiden Enden des Seitenganges sind je ein Abort und je ein Waschraum angeordnet, mit modernen Spül- und Wascheinrichtungen; die von unten und von oben auffüllbaren Wasserbehälter sind nicht unter der Decke, sondern an einer Seitenwand befestigt, um das Abnehmen zu erleichtern.

Bei der inneren Ausbildung des Wagenkastens wurde auf die Wärmeisolierung und auf die Dämpfung des Geräuschwiderhalls in erster Linie geachtet. Aus diesem Grunde sind die inneren Holzverschalungen der Kastenwände nicht direkt an dem eisernen Kastengerippe, sondern an Holzbeilagen befestigt; diese Verschalung besteht aus einzelnen Füllungstafeln mit Rahmen, mit Rücksicht auf spätere Ausbesserungsarbeiten. In den gepolsterten Wagen sind sämtliche Wände auf einer Flanellunterlage mit Wachsleinwandtapeten überzogen, wogegen die Wände der Wagen 3. Klasse mit lackierten Sperrholztafeln verkleidet sind. Der hölzerne Fußboden aller Wagengattungen besteht aus doppelten Bretterlagen, mit Kartonpapierzwischenlage und ist mit wasserdichten Korktafeln belegt und dann mit Linoleum überzogen; die Seitengänge sind ohne Korkunterlage. Die Decken sind mit Sperrholztafeln verkleidet und weiß emailliert, um die Lichtwirkung zu verstärken.

In allen gepolsterten Abteilen sind auf jeder Seite drei Sitzplätze ausgebildet mit Arm- und Kopflehnen; die Sitze sind gesondert und sind einzeln herausziehbar. Die Sitze

und Rücklehnen sind bequem und gefedert gepolstert, haben Moquette-Überzug und sind in der 1. Klasse mit weißen Spitzenauflagen auf Kopf- und Rückenlehnen versehen. In den

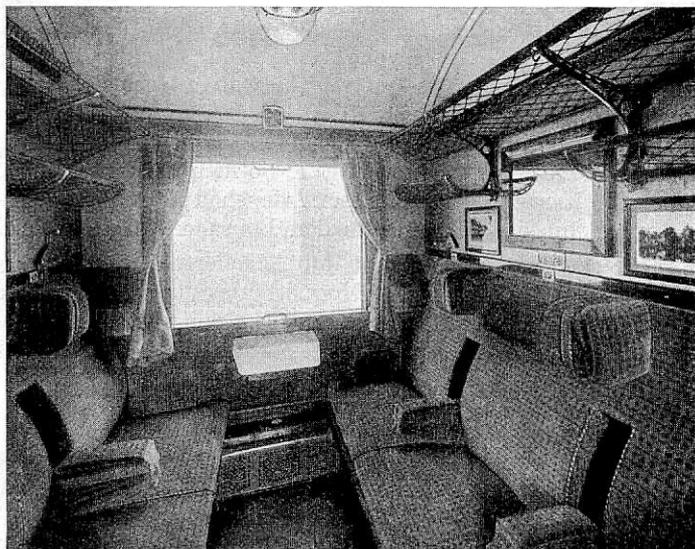


Abb. 3. Innenansicht eines Abteils 2. Klasse.

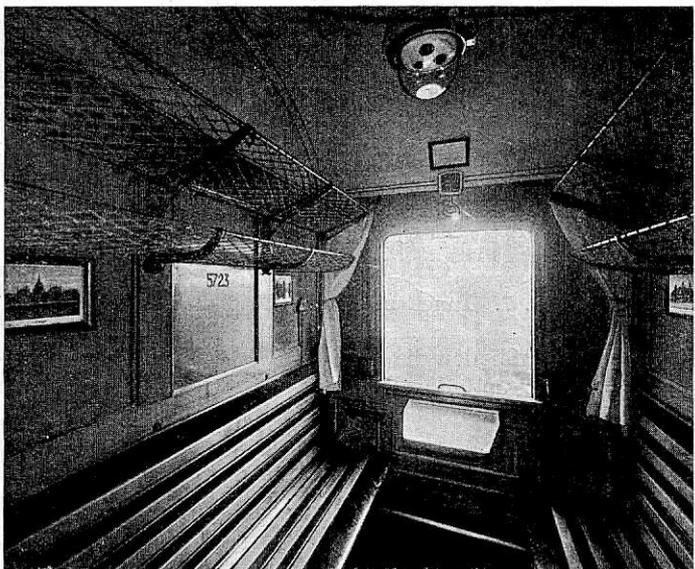


Abb. 4. Innenansicht eines Abteils 3. Klasse.

Abteilen 3. Klasse sind polierte Lattensitze angebracht, mit nicht sichtbarer Schraubenbefestigung und mit Armlehnen an beiden Enden jeder Sitzbank (Textabb. 3 und 4).

In allen Abteilen dienen geräumige Gepäckhalter mit Schnurketten, Klappische, beidseitige Schiebevordänge, Aschenbecher und Kleiderhaken der Bequemlichkeit, die Wände sind mit Lichtbildern — darstellend die Sehenswürdigkeiten der Hauptstadt Budapest und andere Landschaften — in geschmackvollen Holzrahmen, geschmückt.

Die Abteile werden durch Beleuchtungskörper beleuchtet, die vollständigen Schutz gegen Beschädigungen während der Gepäckhandhabung gewähren; in jedem Beleuchtungskörper sind zwei Metallfadenglühlampen von je 25 W/HK und von zusammen 62 HK Lichtstärke untergebracht, nebst einer

Nachtlampe. In den Nebenräumen sind Glühlampen gleicher Lichtstärke einzeln verwendet. Der ganze Stromverbrauch eines Wagens beträgt rund 700 Watt=850 HK. Für eine Notbeleuchtung sind Träger zur Anbringung von Kerzenlampen vorgesehen.

Die Heizung der Wagen ist eine Niederdruck-Umlaufdampfheizung, welche in allen Abteilen mittels zwei Stellhebeln durch die Reisenden eingestellt werden kann; auch die Gangheizung ist regelbar.

Ein Teil der Wagen besitzt auch elektrische Heizung, welche sowohl für 1000 Volt Wechselstrom als auch für 1500 Volt Gleichstrom eingerichtet ist; die Verbundheizkörper, System Elekthermax-Budapest, haben eine Heizleistung von rund 200 Watt pro m<sup>3</sup> Rauminhalt und sind in jedem Abteil durch die Reisenden in drei Stufen regelbar. Sämtliche Armaturen für die elektrische Heizung sind nach Bauart Brown Boveri.

Die innere Ausstattung aller Wagen wird noch ergänzt durch eine Notbremseinrichtung, welche sowohl die Druckluft-, als auch die Saugluftbremse betätigt, ferner durch die Ausrüstungsbestandteile, welche im Übereinkommen für die Benutzung der Personenwagen im internationalen Verkehr (R. I. C.) vorgeschrieben sind.

## 2. Vierachsige Gepäckwagen.

Diese Wagen, Textabb. 5, stellen die neueste Bauform dieser Wagengattung dar und entsprechen den erhöhten Anforderungen der großen Reise- und Badezeit vollkommen.

Grundriß mit den Hauptmaßen und Angaben zeigt die Abb. 3, Taf. 22.

Untergestell, Kastengerippe, Drehgestelle, Stoßvorrichtung, Bremsen, Heiz- und Beleuchtungseinrichtungen dieser Gepäckwagen stimmen mit denen der vorher beschriebenen Personenwagen überein. Die Achsdynamo hat eine Leistung von 375 Watt.

In die Vorräume an beiden Wagenenden führen je zwei Seiteneingangstüren; durch die Stirnwandtüren, mit geschlossenen Faltenbälgen ist dem Zugpersonal der Übergang zu den Personenwagen ermöglicht. An einen Vorraum reiht sich das Schaffnerabteil; zwei gepolsterte mit Moquette überzogene bequeme Lehnsitze mit Arm- und Kopflehnen, zwei Schreibtische mit Klapptafeln, Regale, Decken- und Wandlampen, Gepäckträger, Heiz- und Bremsmanometer, Stellhebel für die Dampfheizung und Notbremsgriff bilden die Ausrüstung. Es sind ferner besondere Hundeabteile ausgebildet, mit Türen im Vorraum.

Im Gepäckraum ist ein Kleiderschrank und ein Abort mit Wasserspülung und üblicher Ausstattung der Personenwagen 3. Klasse untergebracht. Die eisernen Schiebetüren der 1500 mm breiten Türöffnungen werden zwischen Doppeltüren hineingeschoben, um ihre Handhabung durch im Wege stehende Gepäckstücke nicht zu behindern. Ein Teil des

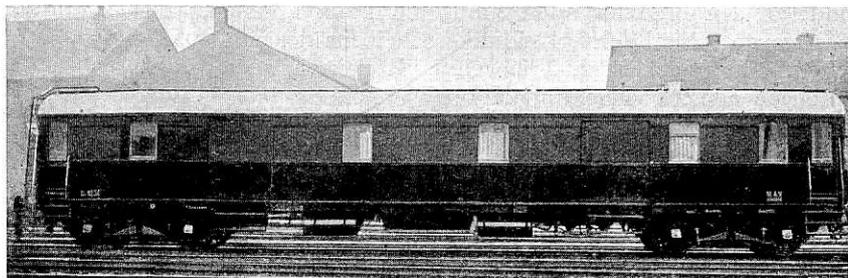


Abb. 5. Vierachsiger Gepäckwagen.

Gepäckraumes ist als Zollabteil nach den Vorschriften der Zollbehörden absperrbar.

Alle diese neuen, eisernen Gepäckwagen sind mit den für den internationalen Verkehr vorgeschriebenen Ausrüstungen (R. I. C.) versehen.

### 3. Zweiachsige Triebwagen 2. und 3. Klasse mit Verbrennungsmotor.

Infolge des immer fühlbareren Wettbewerbes des Kraftwagenverkehrs zeigte es sich als notwendig, auf den Nebenlinien den Personenverkehr vom Güterverkehr zu trennen und den Personenverkehr mit hoher Geschwindigkeit und mit der Bequemlichkeit der Hauptlinien abzuwickeln. Hierfür wurden nach eingehenden Versuchen, die auch mit einigen im Auslande gebauten vier- und zweiachsigen Triebwagen durchgeführt wurden, für die meisten Flachlandnebenlinien die zweiachsigen Triebwagen mit Verbrennungsmotoren Bauart Ganz-Danubius-Budapest als entsprechend gefunden. Von diesen Triebwagen, nach Textabb. 6 befinden sich z. Z. 50 Stück mit je einem Beiwagen im Betrieb.

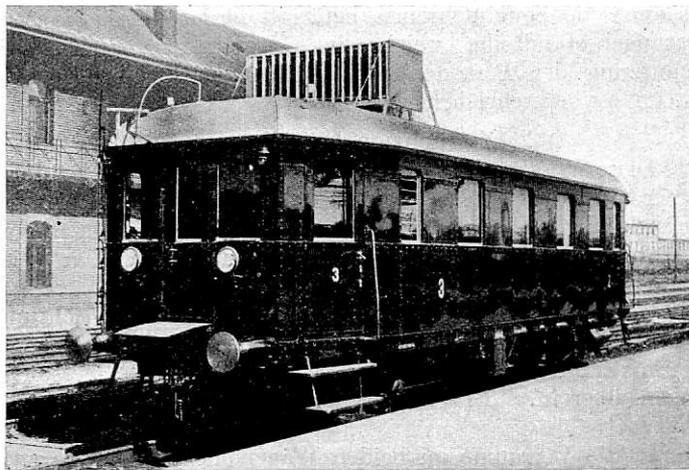


Abb. 6. Zweiachsiger Triebwagen 2. und 3. Klasse mit Verbrennungsmotor.

Grundriß mit Hauptmaßen und Angaben der Triebwagen und der Beiwagen sind in den Abb. 4 und 5, Taf. 22 dargestellt.

Der Triebwagen hat zwei Vorräume mit Führerständen, zwei Personenabteile, einen Gepäckraum und einen Abort. Als Richtschnur für den Entwurf der Triebwagen wurde aufgestellt, daß das Eigengewicht wegen der zulässigen Achsdrücke auf den Nebenlinien 17900 kg nicht überschreiten dürfe. Diese Forderung konnte dadurch erfüllt werden, daß die Triebwagen auf Grund der günstigen Erfahrungen mit den eisernen Personenwagen (s. oben) in Konstruktion und Umriß mit diesen übereinstimmend als stählerne Wagen ausgebildet wurden. Abweichende Konstruktionseinzelheiten sind: an den Kastenwänden 2 mm, am Dach 1,5 mm starke verringerte Eisenblechverkleidung, Scheibenräder mit Stahlreifen, Chromnickelstahl-Triebachse, Rollenachslager, nicht durchgehende Zugvorrichtung, normale äußere Stoßvorrichtung und Knorr-Bremse mit stehendem Luftkompressor, welcher auch den Sandstreuer und den Geschwindigkeitsschalter bedient.

Der sechszylindrige Benzolmotor von 90 PS Leistung und 260 g/PSSt. Benzolverbrauch ist in die Mitte des Untergestells, von oben zugänglich, eingebaut. Der Lamellenblockkühler ist auf dem Dache aufgestellt und kann zum Vorwärmen des Motors mit Dampf aus beliebiger Dampfquelle von unten gespeist werden. Der Druckluftgeschwindigkeitsumschalter erteilt dem Wagen eine Geschwindigkeit von 15 bis 55 km/Std., in vier Abstufungen. Der Motor kann von beiden Wagenenden bedient werden

und beide Führerstände sind mit allen Ausrüstungen und Nebenapparaten versehen, die für die Führung des Wagens und den Betrieb der Maschineneinrichtungen bei dem heutigen Stand der Verbrennungsmotortechnik notwendig sind.

Die Innenansicht der Abteile zeigt die Textabb. 7. Die Kasten und Abteilwände sind mit lackierten, die Decken mit weißemallichten Sperrholztäfelungen verkleidet, der Holzfußboden ist mit Korkplatten belegt und mit Linoleum überzogen. Alle Fenster mit Silumin-Leichtmetallrahmen sind herablaßbar. Die Eingangstüren öffnen sich nach außen und sind mit gesicherten Schlössern versehen; durch die Stirnwandtüre kann der Schaffner in den Beiwagen hinübergehen.

Das Abteil 2. Klasse ist mit gefederten, gepolsterten Sitzen und Rücklehnen mit Moquetteüberzug versehen, die Sitze in dem Abteil 3. Klasse sind aus polierten Sperrholztäfelungen hergestellt. In der Mitte des Abteils 3. Klasse erhebt

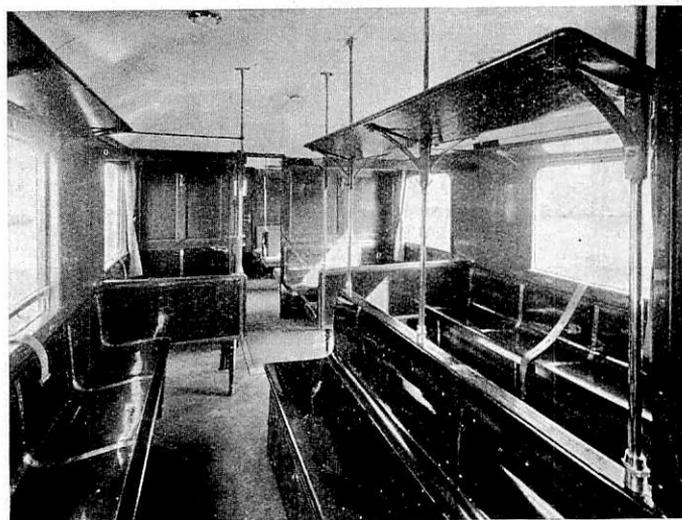


Abb. 7. Innenansicht des Triebwagens.

sich aus dem Fußboden die Abdeckung des Motors, als Längssitz ausgebildet und die Rohrleitung des Kühlwassers zum Dache; beide sind doppelwandig, mit Korkeinlage isoliert und mit lackierter Sperrholzhülle verschalt. Die Heizung besorgen Rippenrohre, gespeist durch das Kühlwasser des Motors. Zur Beleuchtung dient eine Bosch-Dynamo von 500 Watt Leistung, bei 24 Volt Spannung, durch den Benzolmotor angetrieben.

Im Gepäckraum ist ein Schaffnersitz, Klappschreibtisch und Regal untergebracht. Die Abort- und Wascheinrichtungen entsprechen jenen der vierachsigen Personenwagen.

Die Kupplungen, Stoß- und Zugvorrichtungen und Signalstützen sind normal ausgeführt, um den Triebwagen auch in allen Personen- und Güterzügen befördern zu können.

Die Beiwagen stimmen in Konstruktion und Bau mit den Triebwagen überein; die Zugvorrichtung ist durchgehend; den Strom für die Beleuchtung und das Laden einer eigenen Akkumulatorenbatterie liefert die Dynamo des Triebwagens; die Heizung wird von einem äußeren Hängeofen besorgt, welcher mit Druckluft-Hilfsblasrohr vom Bremskompressor angefacht wird.

### 4. Vierachsige Obsttransportwagen.

Die günstigen klimatischen Verhältnisse des ungarischen Tieflandes lassen Obst und Gemüse in vorzüglicher Qualität reifen, das einen weiten Verbraucherkreis seit jeher schuf. Um besonders die wertvollen Erstlinge der frühreifenden Obst- und Gemüsearten nach allen Hauptmärkten Mitteleuropas, selbst mit Personen- und Schnellzügen in frischem

Zustande befördern zu können, wurden besondere vierachsige Obsttransportwagen nach Textabb. 8 gebaut.

Grundriß, Hauptmaße und Angaben zeigt Abb. 7, Taf. 22.

Der Wagen mußte einerseits so leicht gebaut werden, daß auch Linien mit 9000 kg höchstem Achsdruck befahren werden können (21000 kg höchstes Eigengewicht), andererseits aber die genügende Festigkeit besitzen, um den Beanspruchungen bei hohen Zuggeschwindigkeiten bis 90 km/Std. zu genügen. Zu diesem Zwecke sind die Kastensäulen unmittelbar an dem Steg der Langträger mit nach innen gedrehten Flanschen angeietet, wodurch einerseits die Kastenträger und Kastenunterrahmen erspart, andererseits aber eine feste Vernietung des Kastengerippes mit dem Untergestell erzielt wurden. Die Drehgestelle mit Blatt- und Spiraltragfedern tragen unmittelbar, ohne gefederten Wiegenbalken den Wagen; die kugelförmigen Drehteller ermöglichen das unbehinderte Befahren selbst von solchen Ablaufbergen, welche mit nur 200 m Abrundungsradius im Brechpunkt gebaut sind.

Mit Rücksicht auf die Beförderung in Personenzügen ist der Wagen mit Ausgleichstoßvorrichtung, dann neben der Handbremse auch mit der Westinghouse-Schnellbremse und der automatischen Vakuumbremse, ferner mit einer Dampfheizhauptleitung von 51 mm lichtem Durchmesser ausgerüstet.

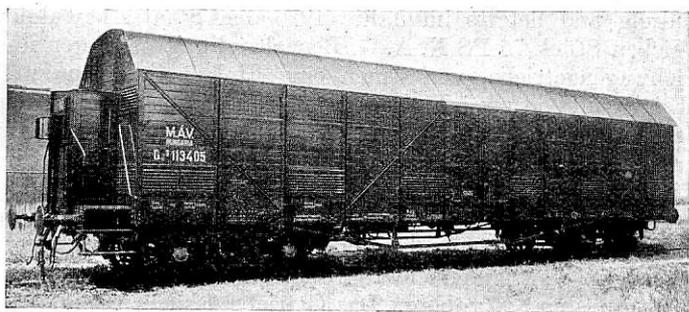


Abb. 8. Vierachsiger Obsttransportwagen.

Der Kasten und das trapezförmig erhöhte Dach erhielten die übliche Ausführung aus Eisengerippe mit Holzverschalung und Holzfußboden. Die Schiebetüröffnungen sind 1500 mm breit. In den Seiten- und Stirnwänden sind oben 20 vergitterte und unten 14 mit Holzjalousien versehene Lüftungsöffnungen, von zusammen 13 m<sup>2</sup> Fläche ausgebildet, welche innen durch Eisenblechschieber verschließbar sind. Durch das gleichzeitige Öffnen aller Schieber wird eine starke Luftströmung erreicht, welche in allen Schichten des großen Laderaumes von 97 m<sup>3</sup> Rauminhalt eine ständige und ausgiebige Lüftung sichert und hierdurch den Wagen zur Beförderung von leichtverderblichen Gütern vorzüglich geeignet macht.

Feste Ladeeinrichtungen sind nicht eingebaut, folglich können die den verschiedenen zum Transport gelangenden Gütern entsprechenden beweglichen Lademittel von Fall zu Fall verwendet werden. Dadurch ist der Wagen auch zur Beförderung verschiedener sperriger Güter anstandslos zu gebrauchen, wodurch seine Verwendungsmöglichkeit vergrößert wird.

### 5. Zweiachsige Kühlwagen für Fleischtransporte.

Der Ausfuhrhandel benötigt Spezialwagen für Güter, die nur in gekühltem Zustande befördert werden können, in erster Reihe für Frischfleisch, dann Wild, Eier usw. Unsere neuesten Eiskühlwagen mit eingebauter Einrichtung für Fleischladungen wie sie für den unmittelbaren Übergang auf die Eisenbahnen Englands konstruiert sind, zeigt die Textabb. 9.

Grundriß, Hauptmaße und Angaben siehe Abb. 6, Taf. 22.

Das Untergestell des Kühlwagens ist nach den Normen der neuesten zweiachsigen Güterwagen gebaut, die Brems-einrichtung besteht aus Handbremse, Westinghouse-Schnellbremse und automatischer Vakuumbremse, die Dampfheizung, mit Absperrschiebern ausgerüstet, hat einen lichten Durchmesser von 51 mm.

Der Kasten hat Eisengerippe mit Holzverschalung, das Tonnendach mit Deckleinen wasserdicht eingedeckt, entspricht dem Lademaß der englischen Bahnen.

Statt der üblichen Wärmeisolierung der meisten Kühlwagen durch Doppelwände mit eingeschlossener unbeweglicher Luftschicht, ist die Wärmeisolierung dieser Fleischtransportwagen nach den neuesten Grundsätzen ausgeführt. Die Doppelholzwände des Kastens und der Seitentüre sind an den inneren, einander gegenüberstehenden Flächen mit Teerpappe belegt und die Wandzwischenräume mit zwei Schichten von Korkziegeln ausgefüllt, bei dem Dach und den Eislucken-deckeln am Dach ist die innere Brettverschalung mit einem Zinkblechbelag versehen. Am Fußboden ist nur eine Korkziegelschicht angewendet. Sämtliche innere Kastenwand- und Bodenflächen sind mit gutverlötetem Zinkblech belegt.

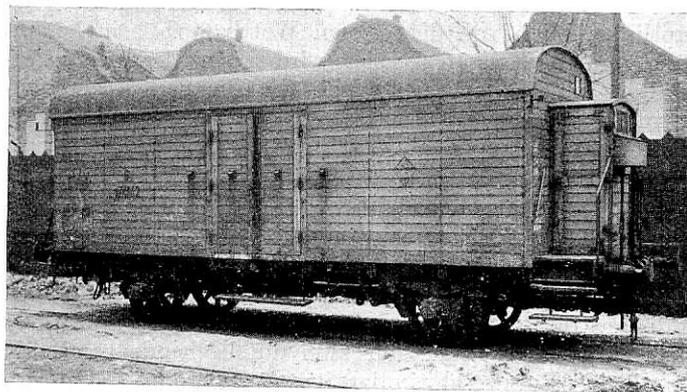


Abb. 9. Zweiachsiger Kühlwagen für Fleischtransporte.

Die Eisenrahmen der zweiflügeligen Seitentüren werden durch Schiebeschlosser und Ledereinfassungen luftdicht geschlossen, die drei Deckel an den Dachluken erhielten Schraubenverschluß.

Die Kühleinrichtung des Wagens besteht aus drei im Dachraum untergebrachten Eisbehältern, die auf Querträgern aus C-Eisen ruhen, letztere sind mittels Stühlen aus Stahlguß auf den beiderseitigen Kastenoberrahmen leicht lösbar befestigt. Die Eisbehälter sind als Flacheisengitterwerk hergestellt, mit hochkantigen Böden aus autogengeschweißtem 3 mm starkem Eisenblech. Die Böden sind in der Mitte erhöht und das Eiswasser wird durch je ein Rohr in die beiderseitigen Sammelröhren geleitet und an zwei diagonalen Ecken des Kastens durch den Fußboden hindurch in leicht abnehmbare Wasserbecher entleert.

In der Längsrichtung des Wagens sind an den unteren Flanschen der Querträger, welche die Eisbehälter tragen, sechs Stück durchlaufende Stahlrohre aufgehängt, mit zusammen 210 Stück Fleischhaken, die auf den Rohren verschiebbar, aber nicht drehbar sind.

Die ganze innere Einrichtung des Wagens ist in allen ihren Einzelteilen verzinkt. Der Fußboden ist mit Lattenrosten belegt.

Für die Lufterneuerung des vollkommen luftdicht abgeschlossenen Laderaumes sorgt ein Frischluftblasrohr von 85 mm Durchmesser im Dachraum, welches seitlich neben den Eisbehältern, in der ganzen Wagenlänge durchgeführt

st und in den Stirnwänden in trichterförmigen Luftsammlern mit Rückschlagklappen endet. In der oberen Hälfte seines Umfangs ist dieses Blasrohr in der ganzen Länge gelocht. Der Fahrtrichtung entgegengesetzt durchströmt ein Luftstrom das Blasrohr, schließt am hinteren Ende die Klappe und bläst infolge des entstehenden Überdrucks durch die Löcher der Rohrwand gegen das Dach. In zwei diagonalen Ecken am Fußboden stehen zwei Blechkästen mit Scharnierdeckeln, die den oberen inneren Abschluß von senkrechten Luftkanälen bilden; außen endigen sie in Torpedosaugköpfen, die am Fußboden nach unten hängend, befestigt sind. Die

Saugwirkung der Torpedoluftsauger erzeugt eine ständige Luftbewegung von der Decke zum Fußboden; die oben hereingeleitete und vom Eis abgekühlte frische Luft durchströmt den ganzen Laderaum und die erwärmte und feuchtgewordene Luft wird unten durch die Saugköpfe abgesaugt.

Die beschriebene Wärmeisolierung, Abdichtung, Abkühlung und Lüftung dieser Wagen ermöglicht die Beförderung von Fleisch usw. in frischem Zustande nach den entferntesten Bestimmungsorten; zu diesem Zwecke sind diese Wagen auch mit den Signalstützen der französischen und englischen Bahnen ausgerüstet.

## Förderung des Personenverkehrs auf den Lokalbahnen durch Triebwagen und Kleinlokomotiven.

Von Oberingenieur Hirschmann, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Die Entwicklung des Kraftwagenverkehrs, der in Wettbewerb mit der Eisenbahn trat und zu einer Abwanderung des Verkehrs auf die Kraftwagenlinien führte, veranlaßte auch die ung. Staatseisenbahnen, sich vor dem nachteiligen Einfluß des neuen Wettbewerbes zu schützen.

Es sollen hier nur die aus diesem Grunde zur Förderung des Personenverkehrs auf Lokalbahnen getroffenen Maßnahmen behandelt werden. Der Fernverkehr auf den Hauptlinien blieb von dem neuen Wettbewerb beinahe unberührt und der Nahgüterverkehr wird seitens der Eisenbahnverwaltung mit Mitteln gefördert, die für den Eisenbahntechniker geringeres Interesse haben, wie Sondertarife, Gründung einer besonderen Lastkraftwagensgesellschaft usw.

Der Personenverkehr auf den Lokalbahnen bedurfte dringend einer Neubelebung. Er wurde früher durch gemischte Züge mit kleiner Reisegeschwindigkeit abgewickelt, die in geringer Zahl verkehrten und häufig schlechte Anschlüsse hatten. So verkehrten z. B. früher auf der rund 114 km langen Lokalbahnstrecke Szolnok — Szentcsanak — Hódmezővásárhely täglich in jeder Richtung nur zwei durchgehende gemischte Züge mit einer Reisegeschwindigkeit von rund 15 bis 18 km/Std. Diese Verhältnisse wurden nach dem Kriege durch den auftretenden Wettbewerb der Kraftwagen unhaltbar; die Staatseisenbahnen beschlossen daher auf den Lokalbahnen den Personenverkehr und Güterverkehr zu trennen und den Fahrplan der Personenzüge den Ansprüchen der Zeit entsprechend zu gestalten.

Die zur Beförderung der gemischten Züge verwendeten Lokomotiven waren zur Abwicklung des getrennten, beschleunigten Personenverkehrs unwirtschaftlich, da sie für größere Zugeinheiten bestimmt und z. T. veraltet waren. Auf der Suche nach den für kleine beschleunigte Zugeinheiten geeigneten Betriebsmitteln lenkte sich die Aufmerksamkeit der Staatseisenbahnen vor allem auf Triebwagen mit Verbrennungsmotoren. Die Entwicklung der Verbrennungsmotoren nach dem Kriege berechtigte zu der Annahme, daß in ihnen bereits eine betriebssichere Kraftquelle für Eisenbahntriebwagen zu erblicken sei. Das flache Gelände des größeren Teiles der ungarischen Lokalbahnen ist dem Verbrennungsmotor, der wenig überlastbar ist, günstig.

Die ersten Triebwagen bestellten die Staatseisenbahnen Ende 1925 in Deutschland, da die heimische Industrie für den Bau von Triebwagen noch nicht vorbereitet war. Es waren dies ein 150 PS Benzoltriebwagen der Deutschen Werke A. G. Kiel und ein 150 PS Dieseltriebwagen der Eisenbahnverkehrsmittel A. G. Berlin mit Maybach-Motor, beide vierachsige.

Auch die heimische Industrie begann für den Bau von Triebwagen ein lebhaftes Interesse zu bekunden. Ganz & Comp. Danubius, Budapest, stellte den Staatseisenbahnen bereits im Mai 1926 einen zweiachsigen 80 PS Benzintriebwagen samt zweiachsigen Anhänger zu sechsmonatiger kostenfreier Erprobung zur Verfügung. Die mit diesem Triebwagen ge-

sammelten Erfahrungen waren günstig und die Staatseisenbahnen haben seither, diese erste Versuchsausführung mit eingerechnet, 48 Stück zweiachsige Benzin-, bzw. Benzoltriebwagen System Ganz & Co-Danubius in Auftrag gegeben, die schon alle angeliefert wurden.

Auch andere ungarische Werke machten den Staatseisenbahnen Angebote auf Lieferung von Triebwagen-Maschinenanlagen oder ganzen Triebwagen. Die staatliche Eisen-, Stahl- und Maschinenfabrik in Budapest trat mit der N. A. G. (Nationale Automobil Gesellschaft, Berlin) in Verbindung und lieferte im Jahre 1926 den Staatseisenbahnen je sieben Stück 75 PS N. A. G. Benzoltriebwagenmotoren und Triebwagengetriebe, von denen eine Einheit in einen zweiachsigen und je zwei Einheiten in drei vierachsige, von den Werkstätten der Staatseisenbahnen gebaute Wagen eingebaut wurden. Die Maschinenfabrik Schlick-Nicholson, die inzwischen auf die Maschinenfabrik Ganz & Co-Danubius übergegangen ist, lieferte den Staatseisenbahnen in den Jahren 1927 und 1928 je einen von ihr gebauten zweiachsigen Triebwagen mit schnellaufendem 75 PS Dieselmotor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. Das Getriebe des einen ist Bauart Graf Soden der Zahnradfabrik Friedrichshafen, des anderen Bauart der Maschinenfabrik Esslingen. Die ungarische Waggon- und Maschinenfabrik in Győr (Raab) stellte in den gleichen Jahren je einen Schienenautobus mit maschineller Einrichtung eigener Erzeugung für Strecken mit schwachem Personenverkehr.

Diese rege Bewerbung der heimischen Industrie erleichterte den Staatseisenbahnen die Entwicklung und Beschaffung der für sie geeigneten Triebwagentype im Inlande. Bis Ende 1928 waren die in folgender Zusammenstellung 1 angeführten Triebwagen, im ganzen 40 Stück auf den in Abb. 1 mit starken Linien bezeichneten Strecken der Staatseisenbahnen im Betrieb.

Eine nähere Beschreibung der aus Deutschland bezogenen Triebwagen und Triebwagenmaschinenanlagen erübrigt sich, da sie in den Veröffentlichungen der deutschen Fachliteratur und in den Druckschriften der einzelnen Werke bereits gegeben ist.

Der Ganzsche zweiachsige Benzoltriebwagen (siehe Abb. 2) ist, wie aus der Zusammenstellung 1 zu ersehen ist, die bisher gebräuchlichste Triebwagentype der Staatseisenbahnen. Seine maschinelle Einrichtung ist aus den Abb. 3 bis 6 zu ersehen. Er ist besonders leicht gehalten und kann mit seinem Leergewicht von rund 18,4 t auf den meisten Lokalbahnen ohne Beschränkung verkehren. Die übrigen in der Zusammenstellung 1 angeführten Triebwagen, mit Ausnahme des Triebwagens der Deutschen Werke und der beiden Schienenautobusse, können wegen ihres größeren Achsdruckes nicht freizügig verwendet werden. Dieser größere Achsdruck ist nicht nur wegen der Beschränkung der freizügigen Verwendung, sondern auch als konstruktiver Mangel zu beklagen. Es ist verfehlt, alle normalisierten Konstruktionselemente des Haupt-

Zusammenstellung 1.  
Triebwagen der ungarischen Staatseisenbahnen. — Ende 1928.

Laufende Nr.	Erbauer	Anzahl	Eigen- gewicht kg	Sitz- plätze II.   III. Klasse		Motor		Ge- schwin- dig- keits- wechsel	Zahl der Achsen		Rollen- achs- lager	Rad- durch- messer mm	Ge- schwin- dig- keitsstufen km/Std.	Zulässige Höchst- geschwin- dig- keit km/Std.	Zug- und Stoß- vor- richtung	Heizung
				PS	Dreh- zahl i.d.Min.	Trieb- achsen	Lauf- achsen									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Deutsche Werke Kiel	1	32 200	24	54	150	1000	System Deutsche Werke Kiel, mechanisch	4 2   2	Fries und Höflinger Rollen- lager	850	12, 24, 37, 60	60	V.D.E.V.	Umlauf- wasser- heizung	
2	Eisenbahn- Verkehrsmittel A. G. Maybach	1	40 000	29	51	150	1300	System Maybach, Drucköl	4 2   2	Gleit- lager	1000	10,5, 19, 39,5, 61	60	V.D.E.V.	Umlauf- wasser- heizung	
3	Staatliche Eisen-, Stahl- und Maschinen- fabrik und N. A. G.	1	18 680	10	30	75	950	System N. A. G., pneumatisch	2 1   1	S. K. F. Rollen- lager	1020	10, 22, 40, 60	60	V.D.E.V.	Auspuff- gas- heizung	
4		3	35 600 bis 38 650	24	49	2×75	950	System N. A. G., pneumatisch	4 2   2	S. K. F. Rollen- lager	1020	10, 22, 40, 60	60	V.D.E.V.	Auspuff- gas- heizung	
5	Schlick- Nicholson und M. A. N.	1	21 700	20	30	75	1100	System Soden	2 1   1	S. K. F. Rollen- lager	890	9,5, 15,5, 25,5, 43, 70	70	V.D.E.V.	Umlauf- wasser- heizung	
6		1	22 200	10	32	75	1100	System Maschinen- fabrik Esslingen	2 1   1	S. K. F. Rollen- lager	1020	14,2, 34,6, 45,2, 54,2	55	V.D.E.V.	Umlauf- wasser- heizung	
7	Ganz & Co.- Danubius	1 (Ver- suchs- aus- führung)	15 900	12	38	80	1000	System Ganz, elektro- pneumatisch (Multiplesyst.)	2 1   1	S. K. F. Rollen- lager	750	14,5, 33,3, 55,5	55	Zentral- kupp- lung, System Ganz	Umlauf- wasser- heizung	
8		29	17 300 bis 17 500	15	31	90	1150	System Ganz, pneumatisch	2 1   1	S. K. F. Rollen- lager	920	13,1, 23,9, 33,7, 48,2	55	V.D.E.V.	Umlauf- wasser- heizung	
9	Ungarische Waggon- u. Maschinen- fabrik	2 (Schie- nen- auto- busse)	7 740	29	—	45	1800	mechanisch	2 1   1	F. S. Rollen- lager	750	10, 20, 37, 75 10, 21, 42, 75	60	—	Auspuff- gas- heizung	

bahnpersonenwagens auf den Triebwagen zu übernehmen, da dieser geringeren Ansprüchen zu genügen hat. Überflüssiges totes Gewicht ist ein Verlust an Zugkraft für Anhängewagen.

Um die Zugkraft des Motors bzw. Triebwagens gut auszunützen, verwenden die Staatseisenbahnen zweiachsige Anhängewagen besonders leichter Bauart (siehe Zusammenstellung 2 und Abb. 2) von nur rund 12,4 t Eigengewicht mit 56 Sitzplätzen. Zur Erleichterung des Anfahrens haben alle Triebwagen mit Ausnahme des E. V. A.-Maybach Triebwagens und alle Anhängewagen Rollenachslager.

In der Abb. 7 finden sich Angaben über die Leistung und den Brennstoffverbrauch des Ganzschen Benzoltriebwagenmotors und in Abb. 8 über die Zugkraft eines Ganzschen Triebwagens, gemessen am Umfange der Räder der angetriebenen Wagenachse, und über den Laufwiderstand eines aus einem Triebwagen und einem Anhänger oder aus einem Triebwagen und zwei Anhängern bestehenden Triebwagenzuges von 40 bzw. 58 t Gesamtgewicht.

Die Angaben der Abb. 8 ergeben sich aus den Angaben der Abb. 7 und aus folgenden, durch Betriebserfahrungen erhärteten Rechnungsgrundlagen:

## Zusammenstellung 2.

Anhängewagen für Triebwagen der ungarischen Staatseisenbahnen. — Ende 1928.

Lfd. Nr.	Erbauer	Anzahl	Eigen- gewicht kg	Sitzplätze		Zahl der Achsen	Rollen- achslager	Rad- durchmesser mm	Zug- und Stoß- vorrichtung	Heizung
				II.	III. Klasse					
1	Ganz & Comp.- Danubius	1 (Versuchs- ausführung)	11 500	12	21	2	S. K. F.	750	V. D. E. V.	Warmluft- heizung
2		63	12 360	15	41	2	S. K. F.	920	V. D. E. V.	Warmluft- heizung
3	Werkstätte der ungarischen Staatseisenbahnen	3	14 400	20	30	2	S. K. F.	1020	V. D. E. V.	Warmluft- heizung
4		3	14 200	20	30	2	F. S.	1020	V. D. E. V.	Warmluft- heizung
5	Güterwagen für Post-, Gepäck- und Expreßgut- beförderung	5	8 500	—	—	2	S. K. F.	1020	V. D. E. VI.	—

Die Leistung des Motors ist mit 5% geringer angenommen, als in Abb. 7 dargestellt; also zu

41,4 59,8 67,6 81,7 95,0 PS  
bei 500 700 800 1000 1300 Umdrehungen des Motors in der Minute.

Von dieser Motorleistung ist in Abzug zu bringen der Leistungsverbrauch durch Antrieb des Geschwindigkeitswechsels, Kompressors und der Dynamo, der die nachfolgenden Werte hat:

	bei				
	500	700	800	1000	1300
	Umdrehungen des Motors i. d. Min.				
	PS	PS	PS	PS	PS
in der I. Geschwindigkeitsstufe } in der II. bis IV. Geschwindigkeitsstufe }	3,9	5,6	6,4	8,2	10,7
	5,3	7,6	8,8	11,1	14,6

Bei einem Gesamtwirkungsgrade des Achsantriebes und des Wechselgetriebes für Änderung der Fahrtrichtung von 93% verbleiben als Nutzleistung des Motors, gemessen an den angetriebenen Wagenachsen:

	bei				
	500	700	800	1000	1300
	Umdrehungen des Motors i. d. Min.				
	PS	PS	PS	PS	PS
in der I. Geschwindigkeitsstufe } in der II. bis IV. Geschwindigkeitsstufe }	34,9	50,4	57,0	68,4	78,5
	33,6	48,6	54,6	65,7	74,8

Die in der Abb. 8 eingezeichneten Zugkraftkurven sind aus obigen Nutzleistungen errechnet. Sie zeigen die Größe der Zugkraft am Umfange der Räder der angetriebenen Wagenachse in den einzelnen Geschwindigkeitsstufen.

Die in der Abb. 8 dargestellten Widerstände des Triebwagenszuges von 40 t bzw. 58 t Gesamtgewicht ergeben sich aus folgenden Widerstandsformeln:

Gesamtwiderstand des mit Reisenden und Gepäck 22 t schweren Triebwagens:

$$W = 39 + 0,04 V^2 \text{ kg,}$$

Gesamtwiderstand des mit Reisenden und Gepäck 40 t schweren Triebwagenszuges:

$$(1 \text{ Triebwagen} + 1 \text{ Anhängewagen}): W = 70 + 0,05 V^2 \text{ kg,}$$

Gesamtwiderstand des mit Reisenden und Gepäck 58 t schweren Triebwagenszuges:

$$(1 \text{ Triebwagen} + 2 \text{ Anhängewagen}): W = 102 + 0,06 V^2 \text{ kg.}$$

Aus obigen Formeln ergeben sich die spezifischen Widerstände für den Triebwagen und Anhängewagen und zwar

$$\text{für den Triebwagen: } \dots W = 1,77 + \frac{V^2}{550},$$

$$\text{für den Anhängewagen: } W = 1,72 + \frac{V^2}{1800}.$$

Der Formel für den spezifischen Widerstand eines zweiachsigen Güterwagens:

$$W = 2,5 + \frac{V^2}{2000}$$

gegenüber zeigt das erste Glied der obigen Formeln den günstigen Einfluß des Rollenachslagers, das zweite Glied den ungünstigen Einfluß der großen Angriffsflächen (Dachkühler) des Triebwagens und des geringen Triebwagen- bzw. Anhängewagengewichtes im Verhältnis zur Längs- und Querschnittsfläche.

Im Betriebe finden die Staatseisenbahnen mit der Vorschrift, daß der Ganzsche Triebwagen auf Strecken mit Steigungen bis  $10/100$ ,  $50/100$ ,  $100/100$  mit höchstens drei, bzw. zwei bzw. einem Anhänger verkehren darf, das Auslangen.

Die Ganzschen Triebwagen haben zwei Führerstände, für jede Fahrtrichtung einen, sie brauchen also an Wendestationen nicht gedreht zu werden; sie sind im Winter mit dem Umlaufwasser des Motors geheizt und haben elektrische Beleuchtung. Den hierzu nötigen Strom liefert eine 500 Watt Bosch-Dynamo, die gleichzeitig die 24 Volt-Speicherbatterie von 160 Amperestunden Kapazität des Triebwagens und die 24 Volt-Speicherbatterien von 80 Amperestunden Kapazität der mit dem Triebwagen und untereinander mit Kabeln verbundenen und gleichfalls elektrisch beleuchteten Anhängewagen mit Energie versorgt.

Die Anhängewagen werden vorläufig mit warmer Luft geheizt. Am Wagenuntergestell ist ein von außen mit Kohle

oder Koks zu heizender Ofen befestigt, dessen Abzugrohr unterhalb des Wagenkastens ummantelt ist. Diese Ummantelung steht durch drei mit Gittern bedeckte Öffnungen des Fußbodens, durch welche die Warmluft einströmt, mit dem Wageninnern in Verbindung. Bei großer Kälte ist diese Heizung nicht ausgiebig genug, weshalb andere Heizeinrichtungen versucht werden.

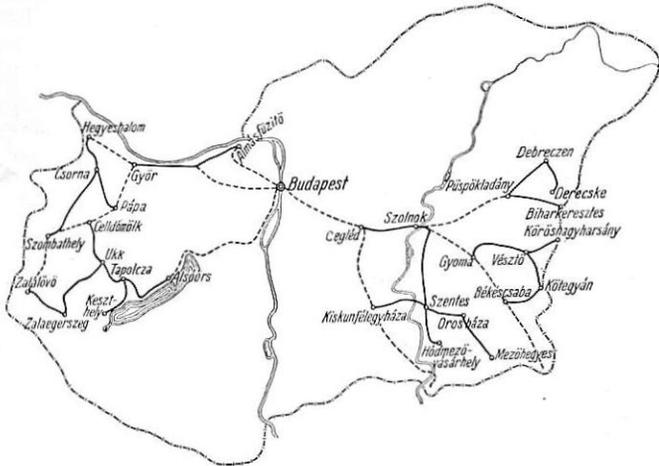


Abb. 1. Lokalbahnen der k. ung. Staatseisenbahnen mit Triebwagenverkehr Ende 1928: 958 km.

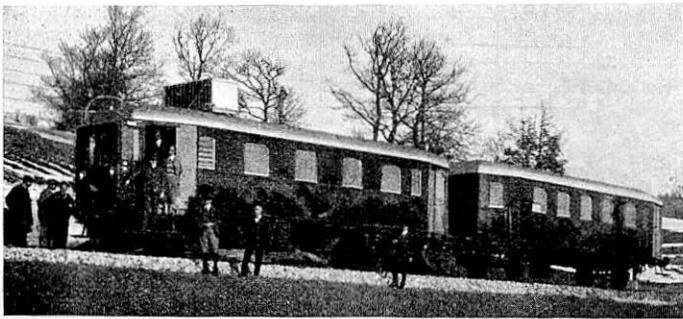


Abb. 2. 90 PS-Benzol-Triebwagen, System Ganz mit einem Anhängewagen.

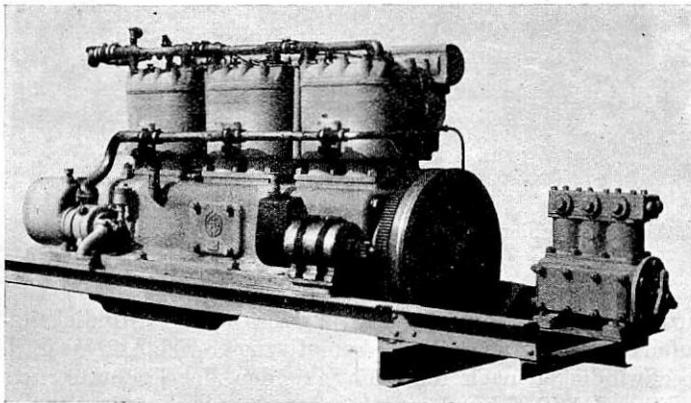


Abb. 3. 90 PS-Triebwagenmotor, System Ganz mit dreizylindrigem Knorr-Verdichter.

Zur Beförderung von Post, Gepäck und Expresgut und als Dienstraum für den Zugführer haben die Triebwagen besondere, durch Rolladen verschließbare Gepäckräume von  $1480 \times 1342$  mm Grundfläche, die vom Führerstand aus zugänglich sind. Wo der Gepäckraum sich zu klein erweist, werden an die Triebwagenzüge besondere gedeckte Güterwagen von rund 8,5 t Gewicht (siehe Zusammenstellung 2) zur Beförderung der Post, des Gepäcks und Expresgutes angehängt.

Natürlich verringert sich dadurch die Anzahl der zur Beförderung von Personen dienenden Anhängewagen, was eine unangenehme Begleiterscheinung des reinen Triebwagenverkehrs ist.

Jeder Triebwagenzug hat zwei Mann Besetzung, einen Triebwagenführer und einen Zugführer, welcher letzterer gleich-

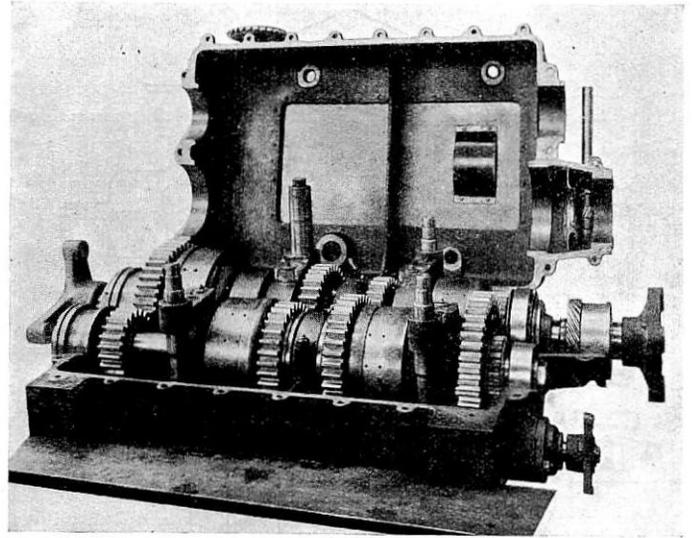


Abb. 4. Triebwagen Geschwindigkeits-Wechselgetriebe, System Ganz mit vier Gängen. Deckel abgenommen.

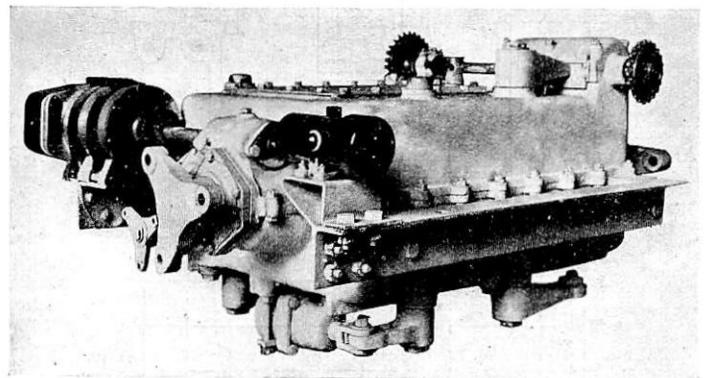


Abb. 5. Triebwagen - Geschwindigkeits - Wechselgetriebe nach Abb. 4, geschlossen.

zeitig Schaffnerdienst verrichtet und in der Bedienung der Maschinenanlage und Bremsenrichtung soweit ausgebildet ist, daß er den Motor abstellen und den Triebwagenzug zum Halten bringen kann.

Der Fahrbereich des Ganzschen Triebwagens kann mit einem Brennstoffvorrat von 250 l Benzol bei Beförderung von einem bis zwei Anhängern mit rund 350 km angenommen werden.

Die Schienenautobusse der ungarischen Waggon- und Maschinenfabrik (siehe Abb. 9) haben auf den Lokalbahnen mit schwachem Personenverkehr gut entsprochen, ihr einziger Nachteil ist das notwendige Drehen auf den Wendestationen wegen des einseitigen Führerstandes.

Da der Verbrennungsmotor als Zugkraftquelle für Züge mit stark schwankender Besetzung und für Strecken mit starken Steigungen (über  $10\%$ ) wegen seiner geringen Überlastbarkeit nicht gut geeignet ist, haben die Staatseisenbahnen neben der Beschaffung von Verbrennungstriebwagen teils die Vervollkommnung ihrer bisherigen Kleindampflokomotiven betrieben, teils neue Kleindampflokomotiven beschafft.

Die bisherigen 1 A-Naßdampfverbundlokomotiven Serie 11 (s. Abb. 10) wurden z. T. in Zwillings-Heißdampflokomotiven umgebaut. Durch diese Maßnahme wurde der Fahrbereich und die Leistungsfähigkeit dieser Lokomotiven vergrößert. Von diesen nur für den Flachlandlokalverkehr bestimmten Lokomotiven sind 24 Stück im Betrieb, davon sind bereits sechs Stück umgebaut worden.

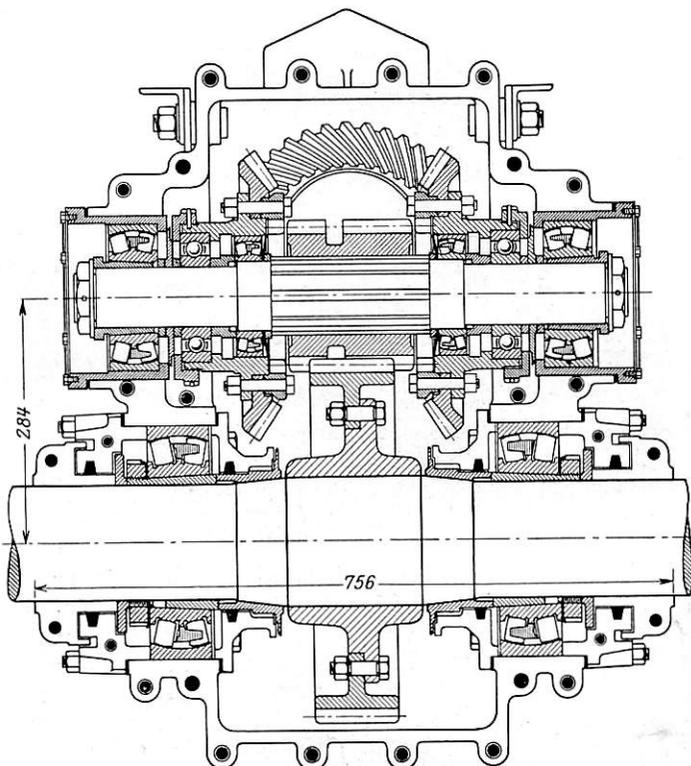


Abb. 6. Wechselgetriebe und Achsantrieb für 90 PS-Benzol-Triebwagen, System Ganz.

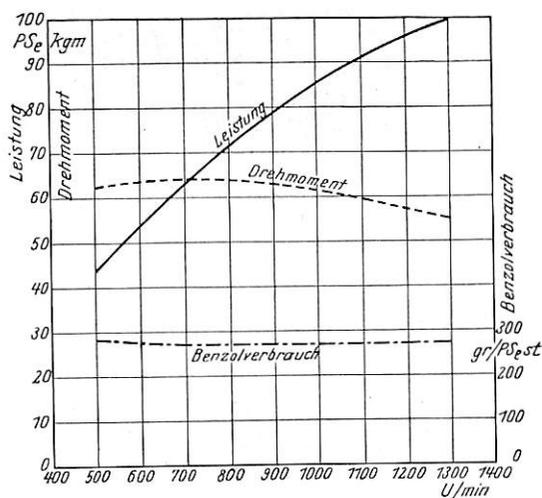


Abb. 7. Leistung, Drehmoment und Benzolverbrauch des 90 PS-Benzol-Triebwagenmotors, System Ganz in Abhängigkeit von der Drehzahl.

Neu entworfen wurde die 1 B 1-Kleindampflokomotive Serie 22 (siehe Abb. 11), die leistungsfähiger ist und für Lokalstrecken mit starkem Verkehr und für Strecken mit starken Steigungen bestens geeignet ist. Von ihr wurden bis jetzt 47 Stück beschafft und es sollen noch weitere Nachbestellungen folgen.

Die Staatseisenbahnen haben im August 1928 auf den von Szentes ausgehenden Lokalbahnen Vergleichsfahrten mit Triebwagen und Kleindampflokomotivzügen ausgeführt und

neben Bestimmung der Anfahrbeschleunigung die Gesamtkosten beider Zugarten festgestellt, um Anhaltspunkte für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit beider Betriebsarten zu erhalten.

Verglichen wurde ein Triebwagenzug bestehend aus einem Ganzschienen Triebwagen und zwei Anhängewagen mit Rollenlagern mit einem Lokomotivzug bestehend aus einer Lokomotive Serie 22 und dem ihr angehängten Triebwagenzug obiger Zusammenstellung, ferner mit einem Lokomotivzug, bestehend aus genannter Lokomotive und sechs Stück leichteren Personenwagen.

Die Anfahrbeschleunigung war bei der Lokomotive Serie 22 viel günstiger, als beim Triebwagen, da die Lokomotive größere

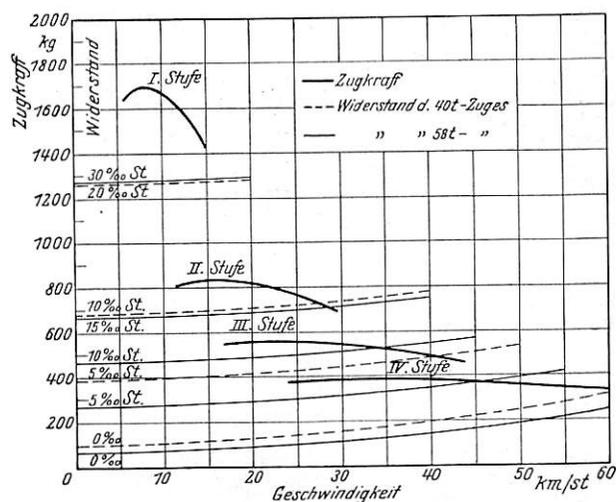


Abb. 8. Zugkraft des 90 PS-Benzol-Triebwagens, System Ganz und Laufwiderstand der Triebwagenzüge von 40 bzw. 58 t Bruttogewicht in Abhängigkeit von der Zuggeschwindigkeit.

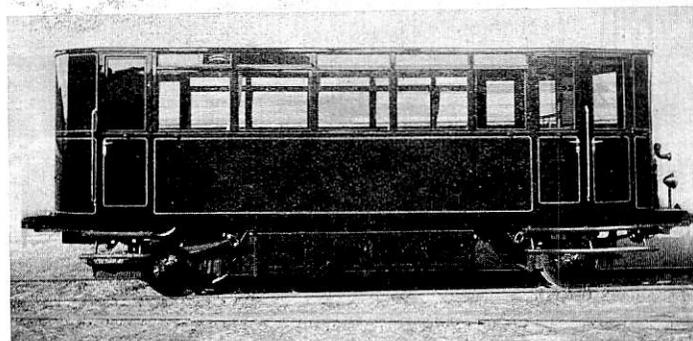


Abb. 9. Schienenautobus, System Ungar. Waggon- und Maschinenfabrik.

Anzugkraft hat und keine Schaltung für die Geschwindigkeitsstufen benötigt. Der leichte Lokomotivzug erreichte 40 km/Std. Geschwindigkeit nach rund 60 Sekunden, der Triebwagenzug nach rund 120 Sekunden.

Die Gesamtkosten der verglichenen Züge je km für Beschaffung, Tilgung, Betrieb und Unterhaltung betragen beim Lokomotivzug 0,912 P/km\*, beim Triebwagenzug 0,929 P/km.

Die z. T. errechneten und z. T. festgestellten Kosten je km halten sich bei beiden Betriebsmitteln so ziemlich das Gleichgewicht. Der geringe Unterschied von 0,929 P — 0,912 P = 0,017 P. berechtigt nicht zu einem Urteil zugunsten des einen oder des anderen Betriebsmittels, da er von den bei der Verzinsung, Amortisation und den Unterhaltungskosten gemachten Annahmen abhängt.

\*) = Pengö, etwa 73 Rpf.

Bei stärkerem Verkehr, oder anderer Zugzusammensetzung wie oben zugrunde gelegt wurde, steigt die Wirtschaftlichkeit des Lokomotivbetriebes.

Erst auf Grund eines Dauerbetriebes von mehreren Jahren, der genügend Anhaltspunkte über die Lebensdauer und Unterhaltungskosten geben wird, kann ein sicheres Urteil über die

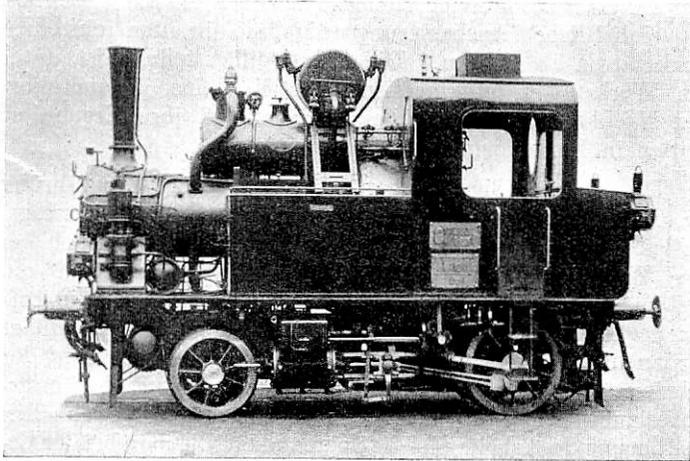


Abb. 10. Naßdampf-Verbund-Lokomotive Serie 11 der k. ung. Staatseisenbahnen.

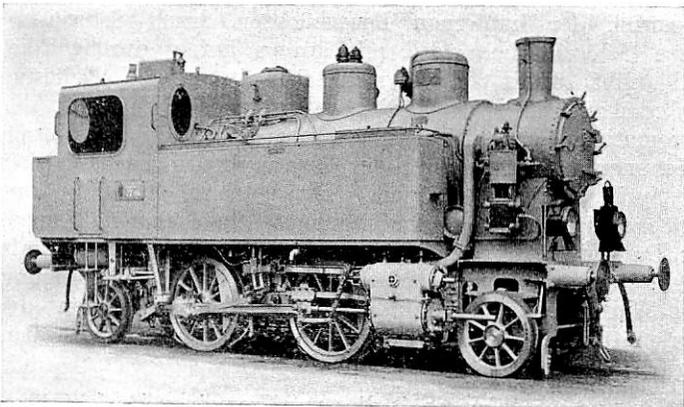


Abb. 11. Heißdampf-Zwillings-Lokomotive Serie 22 der k. ung. Staatseisenbahnen.

vergleichenen Betriebsmittel gegeben werden. Der Triebwagen ist ein jederzeit betriebsbereites Fahrzeug mit großem Fahrbereich, er ist aber den Schwankungen des Verkehrs und des Streckenprofils weniger gewachsen, als die Dampflokomotive und vermehrt als neue Fahrzeugart mit schon mehreren Abarten die Zahl der Typen der Betriebsmittel.

Die heimische Industrie arbeitet auch noch an der Entwicklung eines für Triebwagen bestimmten schnell laufenden Dieselmotors. Wird sich dieser betriebssicher und wirt-

schaftlich zeigen, so kann der Dieseltriebwagen mit der Kleindampflokomotive erfolgreich in Wettbewerb treten. Bis heute scheinen die schnell laufenden Dieselmotoren die Betriebsicherheit der schnell laufenden Benzin- bzw. Benzolmotoren noch nicht erreicht zu haben, wie dies die Erfahrungen mit den schon erwähnten Triebwagen mit M.A.N.- und Maybach-Dieselmotor gezeigt haben.

Vierachsige Triebwagen (von  $2 \times 75$  bis  $2 \times 90$  PS Leistung) werden für die Staatseisenbahnen derzeit nicht weiter gebaut. Wo der Verkehr solche ausnahmsweise benötigt und von den bereits beschafften vierachsigen Triebwagen keine zur Verfügung hat, werden Ganzsche Triebwagenzüge gekuppelt oder als einander folgende Zugteile abgelassen, oder aber es werden Lokomotiven der Serie 11 oder 22 eingesetzt.

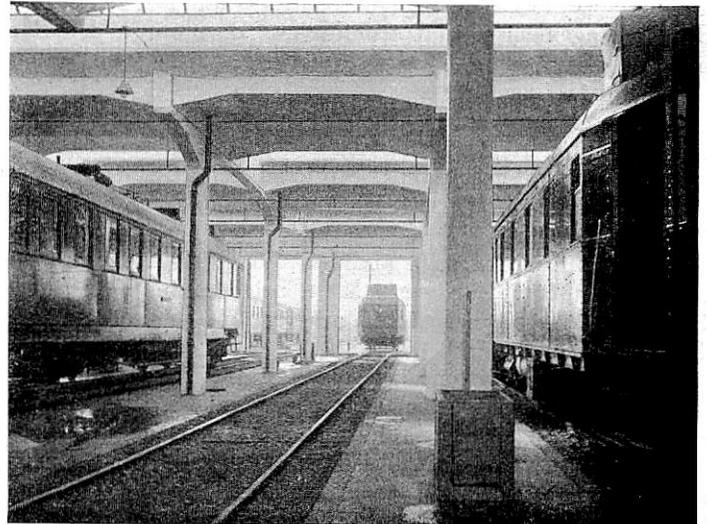


Abb. 12. Innenansicht des Triebwagenschuppens in Szentes.

Die Einführung des beschleunigten Personenverkehrs auf den Lokalbahnen durch den Betrieb von Triebwagenzügen und Kleindampflokomotivzügen an Stelle von gemischten Zügen hat eine rege Belebung des Reiseverkehrs ergeben. Die Zahl der Fahrgäste auf den Lokalbahnen ist im Jahresdurchschnitt in einzelnen Bezirken um 25 bis 30 % gestiegen, wie z. B. im Bereiche der von Szentes ausgehenden Lokalbahnen, auf denen der gesamte Personenverkehr nur mit Triebwagen abgewickelt wird. In Szentes haben die Staatseisenbahnen einen besonderen, im Winter beheizbaren Triebwagenschuppen (Abb. 12) mit 18 Triebwagenständen, Nebenwerkstätte und Tankanlage errichtet.

Die Staatseisenbahnen hoffen durch ihre zur Verbesserung des Personenverkehrs auf den Lokalbahnen getroffenen Maßnahmen der Gefahr der Abwanderung der Reisenden auf die öffentlichen Kraftwagenlinien vorzubeugen, und ihn zu beleben. Diese Annahme haben die bisherigen Erfolge voll bestätigt.

## Der Werkstättendienst bei den kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Oberinspektor Rózsa, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Wie alle Eisenbahnwerkstätten, so haben auch die Werkstätten der k. ung. Staatseisenbahnen hauptsächlich die Aufgabe zu erfüllen, den Fahrzeugpark und die maschinentechnischen Anlagen der Staatsbahnen möglichst vollkommen und wirtschaftlich instandzuhalten und die damit zusammenhängenden Arbeiten planmäßig in kürzester Zeit zu verrichten.

Die Unterhaltungsarbeiten des Fahrzeugparkes zerfallen in zwei Hauptgruppen:

1. Großausbesserungen, die von den selbständigen Werkstätten ausgeführt werden: Lokomotivhauptunter-

suchungen, die mit Kesselausbesserung und Wasserdruckprobe verbunden sind und Lokomotivhauptausbesserung, das ist laufende Lokomotivausbesserung größeren Ausmaßes, die gewöhnlich einen genaueren Wiederaufbau unter Ausmaßen der Lokomotive erfordert.

Hauptrevision der Personen- und Gepäckwagen, Behebung großer Kastenschäden und Schäden im Anstrich.

Hauptrevision der Güterwagen. Laufende Ausbesserung größeren Ausmaßes an Wagen, Wiederherstellung beschädigter Wagen.

Herstellung von Ersatzteilen der Fahrzeuge für das Lager.

Größere Ausbesserungsarbeiten an Anlagen usw.

2. Kleinausbesserungen im Betriebe, die von den Filialwerkstätten ausgeführt werden.

Bei den k. ung. Staatseisenbahnen sind die selbständigen Werkstätten unmittelbar der Werkstättenabteilung der Direktion unterstellt, während die Filialwerkstätten der zuständigen Betriebsdirektion untergeordnet sind.

Die k. ung. Staatseisenbahnen haben sieben selbständige Werkstätten: Die nördliche Hauptwerkstätte in Budapest, die Istvántelexer Hauptwerkstätte in Rákospalota, die Wagenhauptwerkstätte in Dunakeszi und die selbständigen Werkstätten in Debrecen, Miskolc, Szolnok und Szombathely.

In den selbständigen Werkstätten werden rund 7000 Arbeiter und 400 Lehrlinge beschäftigt, unter der Leitung von 127 Ingenieuren und technischen Beamten und unter Mitwirkung von 251 Werkmeistern und 221 Angestellten des administrativen Dienstes.

Die Zahl der Filialwerkstätten beträgt 63, in ihnen sind zusammen rund 1600 Arbeiter unter der Leitung von 83 technischen und administrativen Beamten beschäftigt.

Die tägliche Arbeitszeit der Aufsichtorgane und Arbeiter beträgt 8 Stunden.

Die Arbeiter der selbständigen Werkstätten, ferner die Arbeiter von fünf Filialwerkstätten arbeiten im Stücklohn, während die Arbeiter der übrigen Werkstätten im Stundenlohn arbeiten.

Sowohl die selbständigen Werkstätten, als auch die Filialwerkstätten arbeiten nach einem genehmigten Voranschlag, der nach der für sie vorgesehenen Leistung aufgestellt wird. Die regelmäßige Verwendung der Kredite und die technisch vollkommene und wirtschaftliche Ausführung der Arbeiten ist die Hauptaufgabe der Werkstättenleitungen. Alle Werkstätten haben über die Verwendung der ihnen zugewiesenen Kredite Aufzeichnungen zu führen und strenge Kontrolle zu üben. Die Werkstättenvorstände sind disziplinarisch dafür verantwortlich, daß sie die Genehmigung zu außerordentlichen, unbedingt notwendigen Ausgaben, die in dem ihnen zugewiesenen Haushalt nicht vorgesehen sind, womöglich noch vor Anfang der fraglichen Arbeiten erwirken.

Die Wirtschaftlichkeit der Werkstättenarbeit ist bei den k. ung. Staatseisenbahnen organisatorisch gesichert. Die Feststellung des Ausmaßes der vorzunehmenden Ausbesserung und die Art der Ausführung ist in allen Werkstätten gleichmäßig geregelt.

Die an den Fahrzeugen auszuführenden Ausbesserungen werden in allen Werkstätten von besonders dazu bestimmten Ingenieuren ausführlich vorgeschrieben. Zur Kontrolle werden die Kosten der Fahrzeugausbesserungen in den Werkstätten nach den einzelnen Fahrzeugbestandteilen gesondert verzeichnet. Bei den Lokomotiven werden die Ausbesserungskosten für Kessel, Armaturen, Triebwerk, Verschalung, Tender, ferner die Aufbaukosten usw., bei den Personen- und Gepäckwagen die Kosten der Arbeiten am Untergestell, Wagenkasten, an der Bremse, Heizung, Beleuchtung, die Kosten der Tischler-, Lackier- und Tapeziererarbeit usw.; bei den Güterwagen die Kosten der Arbeiten am Untergestell, Wagenkasten, die Kosten der Schlosser- und Spengler-, die Anstreich- und Beschriftungsarbeiten usw. gesondert verrechnet.

Mit gleicher Genauigkeit werden von den Werkstätten die Einheitskostenausweise der Fahrzeugausbesserungen nach den einzelnen Fahrzeuggattungen gesondert und nach Material- und Lohnkosten getrennt geführt. Diese für jede Fahrzeuggattung gesondert festgestellten Aufwendungen erleichtern die Kontrolle der Ausgaben und deren Vergleich mit den Kosten anderer Werkstätten. Diese nach Fahrzeuggattung und Ausbesserungsart zusammengestellten Ausweise sind auch geeignet, die einheitliche Ausbesserungsaufnahme in den einzelnen Werkstätten zu sichern. Die Ersatzteilherstellung ist unter den Werkstätten entsprechend verteilt; eine genaue Vor- und Nachkalkulation ist überall eingeführt, ihre Ergebnisse werden in Karteiform zentral gesammelt.

Die gleichmäßige und möglichst schnelle Ausführung der Fahrzeugausbesserungen ist durch das Ausbesserungssystem gesichert. Sowohl bei den Lokomotiv-, als auch bei den Wagenausbesserungen befolgen die Werkstätten ein System, bei welchem die Arbeiten gleicher Art auch in örtlichem Sinne in gesonderten Arbeitsabschnitten ausgeführt werden und bei welchem durch den zwangsmäßigen Lauf der Arbeitsstücke die Beendigung der Ausbesserung des Fahrzeuges zum festgesetzten Zeitpunkt gesichert ist. Der schnellen Ausführung der Arbeiten ist die Sparsamkeit, die man bei der Erneuerung der Einrichtungen, vor allem der Werkzeugmaschinen walten lassen mußte, einigermaßen hinderlich. Austauschbau ist nur vereinzelt eingeführt. Neuzeitliche Ausbesserungsverfahren finden jedoch mehrfach Verwendung. So die Ausbesserung der kupfernen Feuerbüchsen durch Schweißen. Diese Schweißarbeit wird mit gutem Erfolg durchgeführt und ergibt 18 bis 20 kg Zerreißeigigkeit und 9% Dehnung des geschweißten Materials. Die Stützen der Heizrohre der Lokomotiven werden bereits durchweg von Weicheisenrohren genommen. Das Lackieren der Wagen wird in nächster Zeit im Spritzverfahren erfolgen. Ausgedehnte Versuche zur wirtschaftlichen Lösung der Lagermetallfrage sind im Gange. Die Dächer der Güterwagen werden in der nächsten Zukunft mit bituminösem Leinen überzogen werden. Zur Beschleunigung und Verbilligung des Materialtransportes verwenden die Werkstätten Elektrokarren, für die besondere Betonstraßen angelegt wurden.

Im Zusammenhang mit diesem allgemeinen Bericht über den Werkstätdienst bei den k. ung. Staatseisenbahnen seien noch die sozialen und Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen erwähnt, in erster Linie die körperliche Ausbildung und die Sportpflege. Jede Werkstätte verfügt über gut eingerichtete Sportplätze, eine Werkstätte sogar über ein Bad für Wetzschwimmen. Die Arbeiter pflegen jede Art von Sport, mit großer Vorliebe im weiten Kreise auch den Rudersport. Die Lehrlinge sind in Pfadfinderabteilungen organisiert.

Der Hebung der geistigen Bildung der Arbeiter dienen die Kulturvereine der Werkstätten. Jede Werkstätte hat ein Bildungs- und Erholungsheim. In diesem werden Konzerte, Liebhabertheatervorstellungen, Kinovorstellungen, wissenschaftliche und Unterrichtsvorträge gehalten. Bibliothek, Lesezimmer, Schach, Billard usw. stehen den Mitgliedern ständig zur Verfügung und werden von den Arbeitern mit großer Liebe in Anspruch genommen. Sowohl die Sport- als auch die Kulturvereine werden von der Direktion der k. ung. Staatseisenbahnen ständig weitgehend unterstützt.

## Arbeitsorganisation und Stückzeit-Entlohnung in den Werkstätten der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Abteilungsvorstand Ing. Gyenes, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Die k. ung. Staatseisenbahnen betrieben vor dem Kriege 15 selbständige Werkstätten; zwei von diesen waren die Hauptwerkstätten in Budapest, die übrigen lagen in der

Provinz. Elf Werkstätten sind ursprünglich von Privateisenbahn-Gesellschaften gegründet worden und sind infolge Verstaatlichung dieser Gesellschaften allmählich in den Besitz

der k. ung. Staatseisenbahnen übergegangen. Die letztgenannten Werkstätten waren nach verschiedenartigen Gesichtspunkten angelegt und mußten im Laufe der Zeit weitgehend vereinheitlicht, neuzeitlich umgestellt und umgebaut werden.

Durch die Übernahme der Fahrzeuge der verschiedenen Eisenbahngesellschaften war der Fahrpark der Staatsbahnen sehr mannigfaltig und bestand aus sehr vielen Typen. Dies erschwerte natürlich überaus die wirtschaftliche Organisation der Werkstättenarbeit. In allen Werkstätten war früher Stücklohn eingeführt. Die Stücklöhne waren den damaligen Verhältnissen entsprechend nur geschätzt und in Geldwert festgesetzt.

Zum Verständnis der weiteren Ausführungen soll betont werden, daß die Stückpreislisten, dem verschiedenen Ursprunge des Fahrzeugparkes und der Mannigfaltigkeit der Fahrzeugtypen entsprechend in jeder Werkstätte nach anderen Grundsätzen zusammengestellt waren. Die Zusammenfassung und die Bezeichnung der Arbeiten, die Benennung der Arbeitsstücke war in fast jeder Werkstätte anders. Infolge der Mannigfaltigkeit der Fahrzeuge waren die Preislisten sehr umfangreich und schwer zu handhaben. Unter solchen Umständen war ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Arbeit in den einzelnen Werkstätten kaum möglich. Dieser Zustand dauerte bis zum Jahre 1913, von welchem Zeitpunkt an unter der Einwirkung der immer mehr in den Vordergrund tretenden wirtschaftlichen Bestrebungen und im Zusammenhange mit der neuzeitlichen Gestaltung der Werkstättenarbeit die systematische Umarbeitung und Vereinheitlichung der Stückpreislisten in Angriff genommen wurde.

Im Jahre 1914 unterbrach der Weltkrieg diese Arbeiten.

Die Verschlechterung der ungarischen Kronenwährung in den Nachkriegsjahren zwang die k. ung. Staatseisenbahnen, die alten Stückpreise mit von Zeit zu Zeit wachsenden Indexziffern zu multiplizieren, die nach den einzelnen Arbeitsgattungen verschieden gewählt wurden; diese Indexziffern verursachten weitere Fehler in dem Lohnsystem.

Dieses System war auf die Dauer nicht aufrecht zu erhalten, einerseits weil die sich hierbei ergebenden Stückpreise nicht im richtigen Verhältnisse zur Arbeitsleistung standen, andererseits weil die administrativen Arbeiten hierbei sehr umfangreich waren.

Die nach dem Kriege überall sich ergebenden wirtschaftlichen Schwierigkeiten machten die Rationalisierung der Werkstätten, d. h. die Umstellung der Arbeitsverfahren und die Neubearbeitung der Stückpreislisten unvermeidlich.

Nach dem Weltkriege verblieben in Rumpf-Ungarn sechs selbständige Werkstätten.

In der nördlichen Hauptwerkstätte (Északi főműhely) fiel im August 1922 unsere größte Personenwagenwerkstätte einer Feuersbrunst zum Opfer. Da es wegen Platzmangels nicht empfehlenswert war, die Wagenwerkstätte dort wieder aufzubauen, wurde als Ersatz in der Nähe von Budapest eine neue Personenwagenhauptwerkstätte errichtet und im Mai 1926 dem Betriebe übergeben. Es war daher die Arbeitsorganisation in sieben Werkstätten durchzuführen.

Diese Arbeitsorganisation nahm im Frühjahr 1924 ihren Anfang. Gleichzeitig ist die Aufstellung der neuen Stückpreislisten in Angriff genommen worden, deren Grundlage der Zeitaufwand bildet. Das Ziel dieser Arbeiten war, einheitliche Arbeitsweise einzuführen und für alle Werkstätten gültige Stückzeitlisten aufzustellen.

Für jede Art der Werkstättenarbeit wurde eine besondere Organisations- und Zeitaufnahmekommission eingesetzt, bestehend aus Ingenieuren und Werkführern, die die Arbeiten am besten beherrschten. Diese Kommissionen haben ihre Arbeit schrittweise begonnen. Die bestimmten Aufgaben

wurden ihnen von der Direktion zugewiesen. Die durchgeführten Organisations- und Zeitaufnahmarbeiten sollten allgemeine Gültigkeit für sämtliche Werkstätten haben.

Als Beispiel für die Lösung dieser Aufgabe soll die Kesselarmatur erwähnt werden; die für diese Spezialarbeit eingesetzte Kommission erledigte in jener Werkstätte, wo sie eingesetzt wurde, vollständig die Organisation der Armaturenarbeit, d. h. folgende Aufgaben: Untersuchung des Arbeitsganges der Armaturausbesserung, Erforschung und Feststellung der besten und wirtschaftlichsten Arbeitsweise, vorteilhafteste Aufstellung der Werkzeugmaschinen, Handhabung der Arbeitsstücke während der Arbeit, Reihenfolge der einzelnen Arbeitsgänge und die gewissenhafteste Art der Arbeitsprüfung, endlich die Zeitaufnahmen der einzelnen Arbeiten laut strengstem Taylorsystem.

Nach Beendigung dieser Arbeit und Verwertung des gewonnenen Materials werden die gleichen Aufnahmen von dieser Kommission in den anderen Werkstätten durchgeführt. Natürlich gehen die Aufnahmen hier schon viel rascher, da die nötigen Vorarbeiten schon zur Verfügung stehen. Wenn in einer Werkstätte die Bedingungen für die Durchführung der Arbeiten die gleichen sind, so werden für diese Werkstätte die bisher festgestellten Arbeitsweisen und die bereits gemachten Zeitaufnahmen unverändert vorgeschrieben. Wenn jedoch infolge Verschiedenheit der Werkstatteinrichtung oder aus sonstigen Gründen andere Arbeitsbedingungen vorliegen, so werden für die betreffenden Arbeiten und Werkstätten neue Arbeitsstudien und Zeitaufnahmen gemacht. Dies ist jedoch nur selten nötig.

Von diesen einzelnen Ausnahmen abgesehen aber ist es möglich, bei der als Beispiel angenommenen Armaturenausbesserung wie bei jeder anderen Gruppe von Arbeiten für sämtliche Werkstätten einheitliche Arbeitsverfahren und einheitliche Stückzeiten festzustellen.

Heute stehen schon praktische Ergebnisse zur Verfügung, die bestätigen, daß das gewählte Prinzip richtig und leicht durchführbar ist und daß mit diesem Vorgehen bei der Rationalisierung gute wirtschaftliche Erfolge zu erreichen sind.

Mit Rücksicht auf den großen Umfang dieser Organisationsarbeit sind im Jahre 1924 die Vorarbeiten und die Zeitaufnahmen für die Hälfte sämtlicher Arbeitsgruppen in Angriff genommen worden. Dem Fortschreiten der Arbeitsorganisation und der Fertigstellung der Stückpreislisten entsprechend sind die Ergebnisse der Organisationsarbeiten nach entsprechender Überprüfung in der Reihenfolge der Fertigstellung der Unterlagen praktisch eingeführt worden.

Die Einzelheiten der Arbeitsorganisation und der Zeitaufnahmen erhellen aus nachfolgenden Erläuterungen.

Die Kommission, die zur Feststellung der Stückzeiten einer Gruppe von Arbeiten eingesetzt wurde, beschäftigt sich in erster Reihe mit dem ausführlichen und eingehenden Studium des bisherigen Arbeitsganges der betreffenden Arbeiten. Vor Feststellung der nötigen Arbeitszeit wird, bei Berücksichtigung der vorhandenen Einrichtung und des heutigen Standes der Technik, die einfachste und wirtschaftlichste Arbeitsweise für jedes Arbeitsstück erforscht, zugleich aber wird auch festgestellt, ob die Gestaltung des Arbeitsstückes die zweckmäßigste ist und ob das dazu verwendete Material das zweckentsprechendste ist. Bei dieser Gelegenheit werden auch die nötigen Unterlagen für die Vervollkommnung der Einrichtungen gesammelt.

Wenn auf Grund der Arbeitsstudien die günstigsten Bedingungen für die Bearbeitung eines Arbeitsstückes festgestellt und verwirklicht sind, folgt die gerechte und sachgemäße Feststellung der zur Herstellung des Arbeitsstückes notwendigen Zeiten, wobei jede Teilarbeit einzeln genommen wird.

Die Zerlegung der zur Herstellung oder zum Aufbau eines Arbeitsstückes notwendigen Gesamtzeit führte zur folgenden Gliederung der Zeit.

1. Die unmittelbare Arbeitszeit.
2. Die Stückverlustzeit, die in
  - a) ständige und
  - b) veränderliche zerfällt.
3. Persönliche und sonstige Stückverlustzeit.

1. Die wirkliche Arbeitszeit ist jene Zeit, die zur tatsächlichen Bearbeitung oder zum Aufbau des Arbeitsstückes notwendig ist.

2. Die im Sinne des Wortes streng genommene Stückverlustzeit ist die für Hilfsarbeiten notwendige Zeit, die der unmittelbaren Bearbeitung oder dem Aufbau des Arbeitsstückes vorangehen oder nachfolgen, wie z. B. die Vorbereitung der Drehbank, das Aufschrauben der Spannvorrichtung, das Aufstellen und Entfernen von Gerüsten bei einer Montage. Diese Arbeiten und Verrichtungen verursachen zwar an dem Arbeitsstück keine Veränderung, aber ohne sie kann die eigentliche Arbeit nicht begonnen und nicht ausgeführt werden.

- a) Jene Verlustzeit, welche bei jedem Arbeitsstück vorkommt, sich so oft wiederholt, als das Arbeitsstück hergestellt wird, bildet die ständige Stückverlustzeit, wie z. B. Ein- und Ausspannen des Arbeitsstückes.
- b) Die veränderliche Stückverlustzeit ist jene Zeit, welche bei der Fertigstellung einer Reihe von gleichen Arbeitsstücken selten oder nur einmal vorkommt, z. B. Einstellen des Hubes einer Hobelmaschine.

3. Diejenigen Stückverlustzeiten, welche in die oben angeführten zwei Gruppen nicht einzureihen sind (z. B. Vorbereitung der Werkzeuge bei einem Schlosser, die Beseitigung kleinerer Mängel an den Werkzeugen, Fassen des Materials usw.) sowie die zur Erledigung von persönlichen Bedürfnissen und Obliegenheiten notwendigen Zeiten (z. B. Wechsel der Kleidung, Reinigung, Essen, Übernahme von Instruktionen, zeitweises Rasten usw.) bilden die persönlichen und sonstigen Stückverlustzeiten.

Die Feststellung dieser Zeiten, die mit nicht unmittelbar nützlichen Arbeiten ausgefüllt sind, geschieht indem die einzelnen Arbeiten während eines längeren Zeitabschnittes hindurch eingehend beobachtet werden. Sie sind bei Bewertung der Arbeit in Prozenten der unter 1. und 2. genannten Zeiten ausgedrückt und bilden die Grundlage der weiteren Rechnung.

Das Ergebnis der bisherigen Ermittlungen und der bei jedem Arbeitsstücke wiederholt beobachteten Vorkommnisse, die beste Art der Bearbeitung, alle Einzelheiten des angenommenen richtigen Arbeitsganges, sowie die ermittelte Zeit werden auf das genaueste, mit Benutzung entsprechender Formblätter schriftlich niedergelegt und durch kleine, erklärende Zeichnungen ergänzt.

Die Summe der unter 1., 2. und 3. angeführten Teilzeiten bildet, ohne weitere Korrektion, die zur Fertigstellung eines Arbeitsstückes notwendige Gesamtzeit, welche die Grundlage des Arbeitslohnes gibt.

Wenn in einer Gruppe von Arbeitern die Zeiten für sämtliche Arbeiten festgestellt sind, wird die Zusammenstellung durch die Werkstättenabteilung der Direktion überprüft, wenn nötig, berichtigt und zur Einführung genehmigt.

Die genehmigten Stückzeitlisten, die neue Arbeitsteilung und Arbeitsausführung wird vorerst in jener Werkstätte eingeführt, bei der die Arbeitsstudien und die Feststellung der Stückzeiten erfolgrten.

Nach Einführung in der ersten Werkstätte wird unter Verwertung der dort gewonnenen Erfahrungen die Verrechnung der betreffenden Arbeiten nach dem Stückzeitverfahren stufenweise auch in den anderen Werkstätten eingeführt.

Dieses Verfahren hat überall ohne jedwede Schwierigkeit die besten Ergebnisse gezeitigt. Gegenwärtig arbeitet nach der neuen Organisation schon ein Drittel der in den Werkstätten der k. ung. Staatseisenbahnen beschäftigten Stückarbeiter und wird nach den neuen Stückzeitlisten entlohnt.

Die weitere Einführung ist stetig im Gange.

Die neuen einheitlichen Stückzeitlisten der k. ung. Staatseisenbahnen werden 45 bis 50000 Vorträge enthalten. Bis Ende 1928 waren ungefähr 24000 Arbeiten aufgenommen.

## Technische Einrichtung und Arbeitsverfahren der Hauptwerkstätte in Dunakeszi.

Von Oberinspektor Ingenieur **Beöthy** und Oberingenieur **Diener**, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Hierzu Tafel 23.

Die Entstehung, die bautechnischen Grundlagen und die Wohlfahrtseinrichtungen der Wagenreparaturhauptwerkstätte in Dunakeszi sind an anderer Stelle dieses Heftes dargestellt. An dieser Stelle soll ein Bild über die maschinentechnische Einrichtung und das Arbeitsverfahren dieser neuesten Hauptwerkstätte der kön. ung. Staatsbahnen gegeben werden.

Aus dem Übersichtsplan (s. Abb. 1, Taf. 23) geht hervor, daß die Wagen in die Werkstätte über eine Schiebebühne eingebracht werden und daß der überwiegende Teil der Ausbesserungsarbeiten in der großen Wagenaufbauhalle von 28000 m<sup>2</sup> Grundfläche vorgenommen wird.

Die versenkte Schiebebühne von 22 m Nutzlänge und von 60 t Tragkraft ist von der Maschinenfabrik Josef Vögele in Mannheim geliefert worden, sie hat eine Geschwindigkeit von 90 m in der Minute. Sie ist zur gleichzeitigen Aufnahme eines großen Pullmanwagens und einer elektrischen Verschiebelokomotive geeignet.

Am Süden der Schiebebühnengrube erstreckt sich die Gleisgruppe für die Untergestellausbesserung. Vorläufig sind hier zwei Satz Hebeböcke aufgestellt; der eine mit hydraulischer Hebevorrichtung, der andere nach System Kutruff mit elektrischem Antrieb.

Die Drehgestelle der gehobenen Wagen gelangen in die Sonderabteilung hierfür, welche unmittelbar neben den Hebeböcken eingerichtet ist. Der Transport der Drehgestelle, sowie das Aus- und Einbinden ihrer Achsen geschieht mittels eines Laufkrans von 15 m Spannweite und 6 t Tragkraft. Die aus den Drehgestellen und aus den zwei und dreiachsigen Wagen ausgehenden Räderpaare werden in die Dreherei befördert, die in der nächsten Halle von 7,5 m Spannweite untergebracht ist und zu deren Bedienung zwei Laufkräne von 3,5 und 2 t Tragkraft dienen. In der Räderdreherei sind zwei Radsatzdrehbänke von Collet und Engelhardt, eine von der Vulkanfabrik in Budapest, sowie zwei Achsschenkel-drehbänke aufgestellt. Der Weg eines Räderpaares nach dem Ausbinden bis zur Drehbank beträgt kaum 50 m.

In der nächsten Halle auf der südlichen Front sind die Dreherei, die Ausgießerei und die Werkzeuginstandsetzungswerkstätte untergebracht. Die größeren Maschinen der Dreherei sind unmittelbar elektrisch angetrieben, die kleineren haben Gruppenantrieb. Einzelne Metallbearbeitungsmaschinen sind auf der anderen, nördlichen Seite der Schiebebühnengrube aufgestellt um den Transportweg der Arbeitsstücke möglichst zu verkürzen.

Die Aufstellung der einzelnen Maschinen ist aus der Abb. 2, Taf. 23 ersichtlich. Zwischen ihnen ist genügend Raum vorhanden, so daß die zur Bedienung der Maschinen angeschafften Elektrokarren anstandslos verkehren können. Sie verrichten auf Betonwegen den Transportdienst der Materialien und Arbeitsstücke zwischen den Aufbauständen der Schmiede und den Materiallagern.

Die Hauptabmessungen der Schmiede und der Federwerkstatt (s. auch Abb. 1, Taf. 23) sind schon für eine größere Erweiterung des Wagenbaues vorgesehen. In der Schmiede stehen drei Lufthämmer von 350, 150 und 100 kg Bärge wicht und sechs Doppelherde und ein Rundherd zur Verfügung. In der Federwerkstatt werden die fertigen Tragfedern auf einer Versuchsmaschine erprobt.

Die am Nordende der Schiebebühnegrube befindlichen Lackierer-, Tapezierer-, Tischler-, Holzarbeitungs- und Schlosserwerkstätten sind mit Dampfheizung versehen. Infolge der großen Ausdehnung der Wagenrichthalle sind hier einstellweilen nur einfache Öfen aufgestellt.

Das Wasser liefern zwei wasserreiche Brunnen, in denen zwei Turbopumpen von 70 bzw. 90 m<sup>3</sup> stündlicher Leistung untergebracht sind, die das Wasser in einen Hochbehälter von 35 m Höhe und 500 m<sup>3</sup> Inhalt drücken. Diese Wasserstation versieht gleichzeitig mit einem Hauptrohre von 300 mm innerem Durchmesser die Arbeitersiedelung mit vorzüglichem Trinkwasser.

Die Hauptwerkstätte hat vorläufig noch keine Räderwerkstatt. Die Räderpaare werden durch einen Kran (i) in Wagen verladen nach der in der Nähe befindlichen Hauptwerkstätte Istvántelek gesandt. Dies ist nur ein vorübergehender Zustand, denn die nötige maschinelle Einrichtung soll in nächster Zeit in der Schmiede geschaffen werden.

Die Werkstätte wird von der Hauptwerkstätte Istvántelek mit hochgespanntem Drehstrom von 17000 V mittels eines Kabels von 3 × 16 mm<sup>2</sup> Querschnitt versorgt; er wird auf die Gebrauchsspannung von 250 V umgeformt.

Die Leistung und das Arbeitsverfahren der Hauptwerkstätte in Dunakeszi wird nachfolgend kurz geschildert:

In der Werkstätte werden die Hauptrevisionen sämtlicher vierachsiger Personen-, Dienst- und Postwagen der kön. ung. Staatseisenbahnen durchgeführt und solange die Zahl der vierachsigen Wagen nicht jene Höhe erreicht, mit der die Leistungsfähigkeit der Hauptwerkstätte ausgenützt ist, wird die fehlende Arbeitsmenge durch Hauptrevisionen zwei- und dreiachsiger Wagen ergänzt.

Die jährliche Leistung beträgt gegenwärtig 1150 Hauptrevisionen vierachsiger Wagen, darunter 60 solche, die mit großer Kastenreparatur und gänzlicher Neulackierung verbunden sind, außerdem rund 700 Hauptrevisionen zwei- und dreiachsiger Wagen, darunter 50 Wagen mit großer Kastenreparatur und Neulackierung.

Vor dem Eintritt in die Werkstätte werden die Wagen auf den Gleisen der östlichen Seite gründlich gereinigt. Ebenda geschieht das Umfüllen des Leuchtgases aus den Behältern der Wagen in einen Gasbehälter mittels Gaspumpe (n und o Abb. 1). Die vierachsigen Wagen werden dann in die Werkstätte auf dem Gleis XXIX, die zwei- und dreiachsigen Wagen auf dem Gleis XXX (Abb. 2, Taf. 23) mittels der Schiebebühne eingeführt.

## Die Ausbildung der Werkstattelehrlinge.

Von Oberinspektor Fischer, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Die k. ung. Staatsbahnen haben, geleitet von dem Gedanken, daß der beste Nachwuchs seines Arbeiterstandes aus der Reihe der selbsterzogenen Lehrlinge hervorgeht, schon im Jahre 1894 in vier Werkstätten Lehrlingsschulen eingerichtet.

Der Erfolg, den die Staatseisenbahnen seiner Zeit mit ihren selbstherangebildeten Handwerkern erzielten, führte

Der Arbeitsgang ist folgender:

### 1. Die Hauptrevisionen mit großer Kastenreparatur aber ohne Lackierung.

Abbau und Vorbereitung des Kastens zum Hochheben. Dies erfolgt bei vierachsigen Wagen auf dem Gleis XXXI (Abb. 2, Taf. 23), bei zwei- und dreiachsigen Wagen auf dem Gleis XXXV. Die vierachsigen Wagen werden auf dem Gleis XXXII durch den elektrischen Hebebock, die zwei- und dreiachsigen Wagen mittels des hydraulischen Hebebockes auf dem Gleis XXXIV gehoben. Hier geschieht außerdem der Austausch der Drehgestelle und Räderpaare, die Ausbesserung der Tragfedern, der Zug- und Stoßvorrichtung und jener Bestandteile der durchgehenden Bremse und Dampfheizung, die an dem Untergerüst angebracht sind, und zuletzt das Einbinden.

Die eingebundenen Wagen werden in die Abteilung der Kastenreparatur auf eines der Gleise der Gruppe XXXVI bis XL umgestellt, vorher aber wird auf den Gleisen LXIX oder LXX die Innenbekleidung entfernt und in die Tapezierwerkstätte befördert (ein Arbeitstag).

Das Abwaschen des Kastens bei vierachsigen Wagen erfolgt auf den Gleisen LIII bis LX, bei zwei und dreiachsigen Wagen auf den Gleisen LXI bis LXVIII (ein Arbeitstag).

Die Schlosserarbeiten an den Kasten, die Tischler-, Tapezierer-, Monteur- und Anstreicherarbeiten, sowie das Umstellen auf die äußeren Ausgangsgleise werden auf den Gleisen LI und LII (drei Arbeitstage) ausgeführt. Das Anbringen der Bremse und der Dampfheizung, sowie die Einreihung in den Probezug erfordert einen Arbeitstag.

Eine einfache Hauptrevision benötigt demnach sechs Arbeitstage.

### 2. Hauptrevisionen mit großer Kasten- und Verschalungsausbesserung und Lackierung.

Erster Arbeitstag verläuft wie bei 1.

Daran schließt sich die Umstellung in die Kastenreparaturabteilung (Gleise LXV bis LXVIII), wo die Tischler- (14 Arbeitstage) und die Blechverschalungsarbeiten (12 Arbeitstage) ausgeführt werden. Die Lackierung des Wagens in der Lackierabteilung dauert 24 Arbeitstage. In der Richtabteilung (LXI bis LXIV) werden die Tapezierer-, Tischler-, Schlosser- und Aufbauarbeiten vorgenommen (vier Arbeitstage); dann erfolgt auf den Ausgangsgleisen (LI bis LII) die Probe der Dampfheizung und der Bremse, endlich nach Überprüfung des Wagens die Einreihung in den Probezug (ein Arbeitstag).

Die Arbeitsdauer einer Hauptrevision, die mit großer Kastenausbesserung und Neulackierung verbunden ist, beträgt hiernach gegenwärtig 56 Arbeitstage.

Die einzelnen Teilwerkstätten, wie die Schlosserei (t<sub>2</sub>), die Spenglerei (t<sub>3</sub>), die Schlosserabteilung für Dampfheizung und Bremse (t<sub>4</sub>), die Holzbearbeitungswerkstätte (t<sub>5</sub>), die Tischlerei (t<sub>6</sub>), die Tapeziererwerkstätte (t<sub>7</sub>), sind in der Nähe der einzelnen Aufbauabteilungen so angelegt, daß die Zeitverluste durch Förderarbeiten möglichst vermindert sind.

Um die Ausbesserungsdauer der Wagen noch mehr zu verringern, sind weitere eingehende Erforschungen der einzelnen Arbeitsverfahren im Gange.

dazu, daß in allen selbständigen Werkstätten Werkschulen errichtet wurden. In den Kriegsjahren wurden, in Anbetracht der großen Abgänge und Verluste, sogar in den größeren Heizhäusern, denen Ausbesserungswerkstätten angegliedert sind, Lehrlingsschulen errichtet.

Als Endergebnis der steten Förderung des Lehrlings-

wesens belief sich die Zahl der Lehrlingsschulen Ende 1918 auf 32, wobei die Zahl der Lehrlinge auf 2200 anwuchs.

Nach dem ursprünglichen Plan sollte die Zahl der in den Eisenbahnwerkstätten heranzubildenden Lehrlinge auf 3800 erhöht werden, wodurch jährlich 800 bis 850 ausgebildete Arbeiter in den Dienst der k. ung. Staatsbahnen gekommen oder der ungarischen Industrie übergeben worden wären.

Die Eisenbahnwerkstätten der ungarischen Staatsbahnen haben mehrere hundert geschulte Arbeiter der ungarischen Privatindustrie herangebildet, denn der Lehrvertrag, welcher mit den Lehrlingen abgeschlossen wird, verpflichtet weder die Staatsbahnen, den Lehrling nach seiner Ausbildung im Eisenbahndienste zu behalten, noch den Lehrling, im Dienste der Eisenbahnen zu verbleiben.

Die praktische und theoretische Ausbildung der Lehrlinge erfordert ein planmäßiges Vorgehen. Die Werkschule trachtet hierbei die Ausbildung den Sonderbedürfnissen der Eisenbahnen anzupassen. Die Erfahrung lehrte, daß die aus den Lehrlingswerkstätten hervorgegangenen Arbeiter zum Dienste geeigneter sind, als jene, die aus dem Handwerk und dem Kleingewerbe stammen. Bei den Staatsbahnen geschieht die theoretische und praktische Ausbildung nämlich planmäßig, in jeder Werkschule wirkt hauptamtlich ein Lehrer, der in allen jenen Gegenständen unterrichtet, die nicht technischer Natur sind, während die technischen Gegenstände von Ingenieuren der Werkstätte vorgetragen werden.

Die praktische Ausbildung geschieht in abgesonderten Lehrwerkstätten, unter Aufsicht und Anweisung von Meistern, die aus den besseren Arbeitern ausgewählt wurden und als Lehrmeister sich besonders eigneten.

Die grossen Pläne, das Lehrlingswesen für eine Zahl von 3800 Lehrlingen auszugestalten, scheiterten infolge des grossen Zusammenbruchs im Jahre 1918. Die Lage verschlimmerte sich nach Kriegsende derart, daß auf dem Gebiete Rumpf-Ungarns, entsprechend der Verkürzung der Eisenbahnlinien, die Zahl der Lehrlinge beträchtlich verringert werden mußte.

Derzeit sind im Bereiche der ungarischen Staatsbahnen nur sieben Lehrlingswerkstätten tätig, die Zahl der Lehrlinge ist auf 450 zusammengeschrumpft. Wenn auch das Lehrlingswesen derzeit nur in einem viel engeren Rahmen zusammengefaßt ist, so geschieht die Heranbildung dennoch mit nicht geringerer Sorgfalt.

Der Unterricht weist drei Richtungen auf:

1. theoretische
2. praktische
3. körperliche Ausbildung.

Den Rahmen und das Maß des theoretischen Unterrichtes veranschaulicht der nebenstehende Lehrplan der Lehrlingsschulen.

Außerdem hält ein Fortbildungsverein im Rahmen des Schulunterrichts alle drei Wochen eine Veranstaltung.

Was den praktischen Unterricht anbelangt, so wird die größte Zahl von Lehrlingen zu Schlossern herangebildet, die jedoch auch im Drehen und im Schmieden unterrichtet werden.

Gegenstand	Wöchentliche Zahl der Stunden			
	I.	II.	III.	IV.
				IV.
				Klasse
1. Religionsunterricht . . . . .	1	1	1	1
2. Ungarische Sprachlehre, Literatur . . . . .	1	1/2	1/2	1
3. Geographie und Geschichte . . . . .	1	1/2	1/2	—
4. Rechnen und Geometrie . . . . .	2	1	—	—
5. Physik . . . . .	2	—	—	—
Chemie . . . . .	—	1	—	—
6. Verfassungslehre . . . . .	—	—	—	1/2
7. Volkswirtschaftslehre . . . . .	—	—	—	1/2
8. Buchführung . . . . .	—	1	1	1
9. Freihandzeichnen . . . . .	2	—	—	—
geometrisches Zeichnen . . . . .	2	—	—	—
10. Fachzeichnen . . . . .	—	4	4	4
11. Technologie . . . . .	—	—	1	1
12. Maschinenkunde . . . . .	—	1	1	1
13. Elektrotechnik . . . . .	—	—	2	2
14. Gesundheitslehre . . . . .	—	1	—	—
15. Turnen . . . . .	—	—	—	—
				wöchentlich 4 Stunden.

In zwei Werkstätten werden Tischlerlehrlinge, in einer Spengler ausgebildet. — Die einseitige Ausbildung wird dadurch vermieden, daß von den ersten drei Monaten abgesehen, der Lehrling nur an solchen Arbeitsstücken arbeitet, die in größeren Mengen für den Eisenbahnbetrieb in den Lehrlingswerkstätten bestellt werden. Um das Verständnis für die Werkzeugmaschinen besser zu gestalten, werden in der Lehrlingswerkstätte häufig Werkzeugmaschinen, ferner Einrichtungen von Stationen ausgebessert.

Am Ende jedes Jahres findet eine praktische Prüfung statt, zu welcher eine Prüfungskommission beordert wird. Mitglieder dieser Kommission sind Lehrlingsmeister der anderen Eisenbahnwerkstätten. Jede Prüfungsarbeit wird sorgfältig beurteilt, die Prüfungen bilden eine Anfeuerung nicht nur für die Lehrlinge, sondern auch für die Meister, die vor ihren Kollegen den Wert ihres Unterrichtes mit guten Erfolgen beweisen wollen.

Verschiedene Ausstellungen in Budapest und in der Provinz brachten für unsere Lehrlingsarbeiter große Erfolge.

Abgesehen von der praktischen und theoretischen Ausbildung, wird auch großes Gewicht darauf gelegt, daß aus dem Lehrling ein guter Staatsbürger werde. Der Berufslehrer befaßt sich auch in seinen freien Stunden mit den Lehrlingen und besonders das Pfadfinderwesen ist geeignet, gute Beziehungen zwischen Vorgesetzten und Untergebenen zu schaffen. Die Hebung der Sitten und der Moral bildet ein besonderes Augenmerk der Leiter der Schule. Gottesdienst am Sonntag, Studienausflüge während des Jahres, weiter das alljährlich stattfindende Lagerleben der Pfadfinder, bringen den Geist der Zusammengehörigkeit in die Ausbildung der Lehrlinge.

## Der Zugförderungsdienst der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Oberinspektor Ing. Hajesi, Abteilungsvorstand, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Der Zugförderungsdienst der k. ung. Staatseisenbahnen umfaßt außer dem eigentlichen Zugförderungs-, d. h. dem Lokomotivdienst, noch sämtliche Angelegenheiten des technischen Wagendienstes, sowie die laufende Instandhaltung der Fahrbetriebsmittel, wie sie durch die den Heizhäusern angegliederten Betriebswerkstätten, sogenannten Filialwerkstätten, vorgenommen wird. Zu seinem Wirkungskreis gehören ferner Betrieb und Ausbau der Wasserstationen, sowie das ganze Beleuchtungswesen, die Zugbeleuchtung in-

begriffen. Weiter unterstehen dem Zugförderungsdienste auch die Sonderbetriebe der Staatsbahnen, nämlich eine Ölgasanstalt, eine Ziegelei, eine Brikettfabrik und der Kraftwagenbetrieb.

Wie hieraus ersichtlich, sind die Aufgaben des Zugförderungsdienstes bei den ungarischen Staatseisenbahnen recht mannigfaltig; die Angliederung so zahlreicher Dienstzweige zum Zugförderungsdienst ist im allgemeinen bei anderen Bahnverwaltungen nicht anzutreffen.

Der Aufbau des Dienstes ist dreistufig und zwar obliegt die Organisation und die Leitung der Direktion, die Ausführung den Außendienststellen, und zur unmittelbaren Überwachung und Verwaltung des Dienstes sind als Zwischenstellen die Betriebsleitungen (Betriebsdirektionen) eingeschaltet. Eine Ausnahme hiervon bilden nur die oben erwähnten Sonderbetriebe, die unmittelbar der Direktion unterstellt sind.

Die den Zugförderungsdienst ausführenden Dienststellen sind die Heizhäuser (Zugförderungsanlagen) und die auf den beiden Budapester Personenbahnhöfen bestehenden zwei „technischen Wagenämter“.

Die Heizhäuser zerfallen der Größe und Bedeutung nach in drei Gruppen:

Die Leitung der größeren, der ersten Gruppe angehörigen Heizhäuser wird von Ingenieuren mit Hochschulbildung, die der kleineren von technischen Hilfsbeamten, die aus Lokomotivführern herangebildet werden, besorgt. Endlich werden die Heizhäuser mit nur einigen Lokomotiven („Heizhaus-exposituren“) in administrativer Hinsicht von dem betreffenden Stationsvorstand, in technischer Hinsicht vom nächstgelegenen Heizhaus verwaltet.

Jede dieser Dienststellen versieht in ihrem Bereiche sämtliche Aufgaben der Zugförderung, wie Lokomotiv-, Triebwagen-, Wagen-, Betriebswerkstätten-, Wasserversorgungs- und Beleuchtungsdienst.

Den zwei technischen Wagenämtern obliegt außer dem ganzen technischen Wagendienst auf den zwei Budapester Personenbahnhöfen noch die Einrichtung von elektrischen Beleuchtungs- und Kraftanlagen. Sie werden von Ingenieuren mit Hochschulbildung geleitet.

Die Anzahl der vorerwähnten Außendienststellen beträgt:

Heizhausleitungen I. Ranges . . . . .	23
Heizhausleitungen II. Ranges . . . . .	24
Heizhaus-exposituren . . . . .	5
Technische Wagenämter . . . . .	2.

Die äußeren Dienststellen sind den Betriebsleitungen, deren Zugförderungsabteilungen zur Beaufsichtigung und einheitlichen Verwaltung des Zugförderungsdienstes in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht berufen sind, unmittelbar unterstellt. Die finanzielle Verwaltung des Dienstes wird von der Finanzabteilung (Zugförderungsgruppe) der Betriebsleitung besorgt. Es bestehen sechs Betriebsleitungen und zwar in Budapest, Miskolcz, Szeged, Debreczen, Pécs und Szombathely.

Die höhere Leitung des gesamten Zugförderungsdienstes, somit auch die Aufsicht über die Tätigkeit der Betriebsleitungen auf diesem Gebiet, obliegt der Maschinenhauptabteilung der Direktion. Innerhalb der Hauptabteilung ist dafür die Zugförderungsabteilung zuständig.

Der Personalstand des Zugförderungsdienstes gliedert sich wie folgt:

1. Außendienst (Betriebswerkstätten inbegriffen) . . . . .	9975
hiervon zur unmittelbaren Dienstausbübung . . . . .	9618
zum Aufsichtsdienst . . . . .	357
2. Betriebsleitung (Zugförderungsabteilung) . . . . .	52
3. Direktion (Zugförderungsabteilung) . . . . .	26

Alle wichtigen Verfügungen und Entscheidungen sind der Direktion vorbehalten, vor allem die Verfügungen betreff einheitlicher Abwicklung des Dienstes und zur Erreichung der bestmöglichen Wirtschaftlichkeit. Die Direktion bestimmt den Personalstand für jede einzelne Dienststelle und umgrenzt die finanziellen Mittel, die bei den einzelnen Zweigen des Zugförderungsdienstes in Anspruch genommen werden dürfen. Der Maschinenhauptabteilung der Direktion obliegt auch die Beschaffung und die Verteilung der Fahrbetriebsmittel wie auch die Versorgung des Außendienstes mit den

wichtigsten Betriebsstoffen wie Kohle und Schmieröl. Die Diensterteilung des Personals und der Lokomotiven, ferner der Ausbesserungsplan für letztere sind der Genehmigung der Direktion unterworfen.

Um den äußeren Dienst zu überwachen und die Pünktlichkeit und Wirtschaftlichkeit zu prüfen, haben die Betriebsleitungen der Direktion monatlich sogenannte Wirtschaftsberichte vorzulegen, in welchen die Ergebnisse der Zugförderung derart dargestellt werden, daß Mängel des Dienstes mit Sicherheit zutage treten. Auf Grund dieser Wirtschaftsberichte verfaßt die Direktion monatlich die Zugförderungsstatistik des Gesamtnetzes. In dieser Statistik wurden teilweise neue Wege eingeschlagen und es dürfte daher von Interesse sein auf sie näher einzugehen.

In Anbetracht dessen, daß für die Wirtschaftlichkeit des ganzen Zugförderungsdienstes der Kohlenverbrauch ausschlaggebend ist, soll diese Statistik hauptsächlich die Überwachung des Kohlenverbrauchs erleichtern. Hierfür müssen offenbar die verschiedenen Lokomotivleistungen als Ausgangspunkt dienen; sie nehmen daher die erste Stelle unserer Statistik ein.

Es werden gesondert ausgewiesen, die in Personen-, gemischten und Güterzügen geleisteten 1. Zugkilometer, 2. Vorspann- und Nachschubkilometer, 3. Nutzkilometer (1+2) und 4. 100 Bruttotonnenkilometer (Lokomotivgewicht nicht inbegriffen).

Ferner werden ausgewiesen die Anzahl der Lokomotivanheizungen und zwar gesondert je nachdem kaltes oder erwärmtes Wasser vorhanden war, — die außer der Zugförderung ausgeführten Leistungen; Probe-, Leer-, Halb- und Kaltfahrten in Lokomotivkilometern, — die Leistungen im Verschiebedienst in Stunden und umgerechnet auf Kilometer (1 Stunde Verschiebedienst=4,5 km), — der Bereitschaftsdienst auf der Strecke, im Heimats- und Umkehrheizhaus, — endlich die Dampfabgabe für Zugheizung und Wasserhebung, ebenfalls in Stunden und umgerechnet auf Kilometer (1 Stunde=1,5 km).

Alle diese Leistungen werden gesondert für Haupt- und Nebenlinien ausgewiesen und den entsprechenden Leistungen desselben Monats des Vorjahres mit Angabe der Abweichung in Verhältniszahlen gegenübergestellt.

Da der spezifische Kohlenverbrauch je nach Art der Leistung verschieden ist und z. B. bei Personenzügen höher ist als bei Güterzügen, ist es für die Beurteilung des Kohlenverbrauchs von Wichtigkeit, aus welcher Art von Leistungen sich die Gesamtleistung der einzelnen Betriebsleitungen zusammensetzt. Zur Klarstellung dieser Beziehungen dient eine Übersicht nach Muster I, aus welcher zu ersehen ist,

### Übersicht I.

Von der gesamten Lokomotivleistung in Tonnenkilometern entfallen auf die einzelnen Leistungsarten:  
Monat: Mai 1929.

Be- triebs- leitung	Jahr	Auf Hauptlinien			Auf Nebenlinien				Insgesamt	
		bei Pers.- und Gem. Zügen	bei Güter- Zügen	Zus.	bei Pers.- Zügen	bei Gem. Zügen	bei Güter- Zügen	Zus.	bei Pers.- Zügen	bei Güter- Zügen
Gesamt- netz	% 1928	35	48	83	5	6	6	17	46	54
	% 1929	36	48	84	5	5	6	16	46	54

wie sich die Gesamtleistungen der einzelnen Betriebsleitungen (nach Haupt- und Nebenlinien gesondert) auf Personen- und auf Güterzüge verteilen, und welche Abweichungen sich dem Vorjahre gegenüber zeigen.

Die Übersicht II veranschaulicht die Ausnützung der Zugkraft und die durchschnittliche Zugbelastung, ferner das Verhältnis dieser Zugbelastung gegenüber jener, welche durch die betreffende Zugkraft auf dem ungünstigsten Streckenteil hätte befördert werden können.

Übersicht III gibt Aufschluß darüber, wie sich die Gesamtlomotivkilometer auf Haupt- und Nebenlinien verteilen, wieviel v. H. der Nutzkilometer auf Personen- und auf Güterzüge entfallen; und schließlich welches v. H.-Verhältnis zwischen den unproduktiven und den Nutzleistungen besteht.

Es kann sich ein ungünstigerer Kohlenverbrauch ergeben, falls die Leistungen der Nebenlinien gegenüber jenen der Hauptlinien — oder die Leistungen der Personenzüge gegenüber jenen der Güterzüge — oder endlich falls die unproduktiven Leistungen gegenüber den Nutzleistungen sich steigern. Aus der Verhältniszahl der unproduktiven Leistungen kann ferner beurteilt werden, ob bei der Inanspruchnahme der Lokomotiven auf die Wirtschaftlichkeit Bedacht genommen wurde.

Übersicht IV gibt Aufschluß über die Ausnützung der Lokomotiven und des Lokomotivpersonals im Bereitschafts- und sonstigem Stationsdienste; ferner darüber, wie lange die zum Stationsdienste zugewiesenen Lokomotiven tatsächlich zum Vershubdienst benützt und wie lange sie unbeschäftigt waren, und schließlich wieviel Lokomotivkilometer auf eine verrechnete Dienststunde des auf diesen Lokomotiven Dienst verrichtenden Personals entfällt.

Übersicht V gibt Aufklärung über die Leistung des Lokomotivpersonals; welche Ergebnisse sich wieder auf die Entlohnung dieses Personals auswirken.

Das Lokomotivpersonal erhält Stunden- und Kilometergelder. Das Stundengeld wird vom Zeitpunkte der Anmeldung zum Dienst bis zur Abmeldung berechnet. Die Bemessung des Stundengeldes ist für jede Leistungsart gleich, wogegen das Kilometergeld nach Art der Leistung verschieden bemessen ist.

Aus dieser Übersicht läßt sich erkennen, welche Kilometerleistung auf eine Stunde der Abwesenheit des Lokomotivpersonals von der Heimatstation entfällt, d. h. wie die Dienstzeit ausgenützt wird, des weiteren, ob bei der Entlohnung des Personals Wichtigkeit und Wert der Leistung entsprechend zur Geltung kommt.

In weiteren Übersichten wurden die Kohlen- und Ölverbrauchsergebnisse nach verschiedenen Gesichtspunkten zusammengestellt. Besonders geprüft wird dabei die Verwendung der verschiedenen Kohlensorten aus beiden Betriebsleitungen, da sie die ihnen zugewiesenen Kohlensorten in einem vorgeschriebenen Mischungsverhältnisse verwenden müssen.

Der Heizwert der verschiedenen Kohlen wird auf Normalkohle bezogen, als welche eine Kohle mit 4350 Kalorien Heizwert und 4,27fachem Verdampfungsvermögen gilt.

Übersicht VI enthält die Unterlagen für die Beurteilung der Lokomotivausnützung.

Übersicht VII zeigt das Bild der Dienstleistung und der Inanspruchnahme des Lokomotivpersonals. Die zulässige höchste Inanspruchnahme ist mit monatlich 360 Abwesenheitsstunden, bzw. 260 Dienststunden bemessen.

Als Abwesenheitsdauer wird wie schon erwähnt, der Zeitraum von der Anmeldung zum Dienste vor der Fahrt bis zur

(Fortsetzung Seite 344).

## Übersicht II.

Erreichte durchschnittliche Zugbelastung und deren Verhältnis (%) zur Normalbelastung auf dem ungünstigsten Streckenteil.

Monat: Mai 1929.

Betriebsleitung	Jahr	Auf Hauptlinien				Auf Nebenlinien				Zusammen			
		bei Pers.-u. Gem.		bei Güter-		bei Pers.-		bei Gem.				bei Güter-	
		t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Gesamtnetz	1928	271	56	627	82	111	40	137	39	254	66	316	64
	1929	275	59	615	86	112	43	131	40	233	58	315	66

## Übersicht III.

A. Aufteilung der Lokomotivkilometerleistung nach Strecken.

B. Aufteilung der Nutzkilometerleistung nach Personen- und Güterzügen.

C. Verhältnis der unproduktiven Leistungen zur Nutzkilometerleistung.

Monat: Mai 1929.

Betriebsleitung	Jahr	A.		B.		C.				
		Von der gesamten Leistung an				Im Verhältnis zur gesamten Nutzkilometerleistung betragen die unproduktiven Leistungen				
		Lokomotiv-		Nutz-		an Leer- u. Halbwarmfahrten	an Kaltfahrten	an Verschiebedienst	an Bereitschaftsdienst	Zusammen
		kilometern entfallen in % auf								
		Haupt-	Neben-	Personen- und Gemischte	Güter-					
		linien		Züge						
Gesamtnetz	1928	65	35	68	32	3	2	14	5	24
	1929	65	35	68	32	4	2	13	5	24

## Übersicht IV.

Ausnützung der Lokomotiven im Bereitschafts- und sonstigen Stationsdienste.

Monat: Mai 1929.

Betriebsleitung	Jahr	Ver-schiebe-	Bereit-schafts-	Zus.-umge-rechnet in km	Fahr-ten	Zu-sammen	Verrechnete Dienststunden der Lokomotivführer	Umlauf-geschwindigkeit
1	2	3	4	5	6	7=5+6	8	9=7:8
Gesamtnetz	1928	58 112,32	7 457,67	272 691,9	28 227,3	300 919,2	77 556	3,9
	1929	59 743,60	6 432,91	278 506,3	29 826,2	308 332,5	80 748	3,8

Übersicht V.

Umlaufgeschwindigkeit bei den einzelnen Zugarten.

(Kilometer-Leistung des Personals auf 1 Abwesenheitsstunde.)

Monat: Mai 1929.

Betriebsleitung	Jahr	Eil- u. Personenzüge			Triebwagenzüge			Gemischte- u. Eilgüterzüge			Güterzüge			Nicht durch Zuglok. verrichteter Verschiebedienst		Durchschnittliche Umlaufgeschwindigkeit
		Kilometer	Dauer der Abwesenheit des Lokpers. von der Heimatstation Stunden	Umlaufgeschwindigkeit	Kilometer	Dauer der Abwesenheit des Lokpers. von der Heimatstation Stunden	Umlaufgeschwindigkeit	Kilometer	Dauer der Abwesenheit des Lokpers. von der Heimatstation Stunden	Umlaufgeschwindigkeit	Kilometer	Dauer der Abwesenheit des Lokpers. von der Heimatstation Stunden	Umlaufgeschwindigkeit	Kilometer	Stunden	
1	2	3	4	5 = 3:4	6	7	8 = 6:7	9	10	11 = 9:10	12	13	14 = 12:13	15	16	17 = $\frac{3+6+9+12+15}{4+7+10+13+6}$
Gesamt-netz	1928	1 675 041,0	165 156	10,1	124 914,5	10 215	12,2	658 737,4	89 396	7,4	1 143 862,1	178 926	6,4	300 919,2	77 556	7,6
	1929	1 819 976,8	179 284	10,2	196 475,0	15 712	12,5	642 285,2	85 737	7,5	1 149 295,4	182 963	6,3	308 332,5	80 748	7,6

Übersicht VI.

Ausnützung des Lokomotiv- und Triebwagenbestandes.

Monat: Mai 1929.

Betriebsleitung	Jahr	Tatsächlicher Bestand an Lokomotiven und Triebwagen	Hiervon abgestellt	Von den Betriebslokomotiven und Triebwagen				Von den in Betrieb gestandenen Lokomotiven u. Triebwagen, bezogen auf den tatsächl. Lokomotiv- und Triebwagenstand	Ausbesserungsstand %		Von den in Betrieb gestandenen Lokomotiven und Triebwagen waren in				In der Werkstätte waren				Gesamtleistung an Lokomotiven u. Triebwagenkilometern	Auf eine (einen) Betriebslokomotive und Triebwagen entfallende Lokomotiv- und Triebwagen-Kilometerl.	Auf eine (einen) tatsächl. in Dienst gestellte	Auf eine (einen) Ausbess.		
				warten auf Ausbesserung	sind in Ausbesserung	sind dienstfrei	verblieben tatsächlich im Dienst		auf Betriebslokomotiven u. Triebwagen	auf tatsächlich im Dienst gestandenen	im Heizhaus	in der Werkstätte	Ausbesserung		in großer	in kleiner								
				Stück				Lokomotiven u. Triebwagen		St.	%	St.	%	St.	%	St.	%							
Gesamt-netz	1928	1 860	176	1 694	8	327	58	1 291	69,4	19,4	25,3	88	5,2	239	14,2	162	9,6	77	4,6	3 953 802	2 347,8	3 062,5	12 091	
	1929	1 907	136	1 771	11	378	52	1 330	69,7	21,3	28,4	103	5,8	275	15,5	161	9,1	114	6,4	4 166 479	2 352,6	3 132,7	11 022	

Monat: Mai 1929.

Betriebs- leitung	Jahr	Lokomotivführerdienst haben verrichtet:								Vom Stande der Lokomotivführer haben keinen Dienst verrichtet:								Gesamt- leistung an Lokomotiv- kilometern			
		Lokomotiv- aufseher	Oberlokomotiv- führer	Lokomotivführer- Anwärter	Geprüfte Lokomotivführer- Lehrlinge	Vorheizer	ernannte mit Tagelohn besoldete mit Stundenlohn be- soldete	Zusammen	wegen an- dauernder vor- über- gehender Krank- heit	wegen Beurlaubung	wegen dienstfrei	vom Dienste suspendiert	in Kündigung in anderen Diensten zugeteilt	zusammen	% der Dienstverrichtenden						
																Heizer	%		%	%	%
Gesamtnetz	1928	2	1448	74	72	1	34	—	1	1632	$\frac{18}{64}$	5	35	2,1	6	—	7	43	173	10,6	3 953 802
	1929	1	1465	143	42	—	67	—	—	1718	$\frac{28}{58}$	5	39	2,3	1	1	20	36	183	10,7	4 159 564

Dienstabmeldung nach der Rückkehr betrachtet. Aus dieser Stundenzahl ergeben sich die Dienststunden in der Weise, daß die Ruhezeiten auf der Umkehrstation abgezogen werden, aber nur falls sie mindestens sechs Stunden betragen. Die zulässige ununterbrochene Dienstleistung auf der Lokomotive beträgt höchstens zwölf Stunden. Nach einer solchen Dienstleistung ist dem Personal eine ungestörte Ruhezeit von zumindest sechs Stunden zu gewähren.

Die mit Jahresgehalt ernannten Lokomotivführer sind ausschließlich zu diesem Dienste zu verwenden; Anwärter können auch zum Heizerdienste herangezogen werden. Heizer, die die Befähigungsprüfung bestanden haben, dürfen im Stationsdienst auch als Lokomotivführer verwendet werden. Im übrigen sind die mit Jahresgehalt ernannten Heizer als Heizer zu verwenden, als Arbeiter dürfen sie nicht beschäftigt werden.

Damit die entsprechende Ausnützung des Lokomotivpersonals auch bei schwankendem Verkehr gewährleistet ist, wird der Stand des Lokomotivpersonals so festgestellt, daß nur soviel Lokomotivführer ernannt werden, als zum Mindestverkehr nötig sind, ferner werden Anwärter und zum Stationsdienst befähigte Heizer nur in solcher Zahl herangebildet, daß der Stand der Lokomotivführer auch für den Höchstverkehr ausreicht. Der Stand der ernannten Heizer wird derart bestimmt, daß er mit den Lokomotivführeranwärtern zusammen den Stand der ernannten Lokomotivführer ergibt. Auf diese Weise wird erreicht, daß auch bei Mindestverkehr nicht mehr Lokomotivführer und Heizer in Dienst gestellt sind als unbedingt benötigt werden.

In Übersicht VII wird ferner die Anzahl der im betreffenden Monat tatsächlich in Dienst gestandenen, ferner der dienst-

freien, sowie der infolge von Krankheit, Urlaub oder aus anderen Gründen abwesenden Lokomotivführer und Heizer, sowie auch die Verhältniszahl der Abwesenden ausgewiesen. Schließlich ist aus dieser Übersicht auch die Gesamtleistung und die auf jeden im Dienst gestandenen Lokomotivführer entfallende Durchschnittsleistung an Lokomotivkilometern, an Abwesenheitsstunden und an Dienststunden zu ersehen, Daten, aus welchen die richtige Personalabgarung leicht zu erkennen ist.

In den weiteren Übersichten sind die Zugförderungskosten, gesondert nach Personal- und Materialkosten im ganzen und auf die Leistungseinheit bezogen ausgewiesen. Ferner sind auch die Kosten der auf die Leistungseinheit entfallenden Heiz-, Schmier-, Beleuchtungs- und anderen Stoffen, der Kilometer und Stundengelder und der Arbeitslöhne ausgewiesen. Sie sollen ein klares Bild von der wirtschaftlichen Tätigkeit der Betriebsleitungen bieten, während der die Statistik ergänzende Ausweis der vorgekommenen Lokomotiv-Dienstunfähigkeiten über die technische Abwicklung des Dienstes Aufschluß erteilt.

Die von der Direktion nach den oben angeführten Grundlagen erstellte Statistik wird den Betriebsleitungen jeden Monat zugesendet, damit diese ihre Ergebnisse mit jenen der anderen Betriebsleitungen vergleichen und die etwaigen Mängel ihrer Betriebsführung leichter erkennen können.

Die Direktion verfolgt die Ergebnisse ständig mit der größten Aufmerksamkeit; sie hält den Betriebsleitungen jene Posten, bei welchen Abhilfe not tut, vor Augen und leitet aus den Zahlen unter Heranziehung der Ergebnisse und Erfahrungen fremder Bahnen all jene Anordnungen ab, die geeignet sind zur Verbesserung des Betriebes beizutragen.

### Zugförderungsanlagen der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Inspektor Ing. Bagyik, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Hierzu Tafel 24.

Die Zugförderungsanlagen der k. ung. Staatseisenbahnen sind im allgemeinen den Anlagen mitteleuropäischer Eisenbahnen ähnlich. Es sollen daher nachfolgend nur jene Anlagen und auch diese nur kurz beschrieben werden, die vermöge ihrer technischen Anordnung auf das Interesse der Fachleute Anspruch erheben können.

Die größte Zugförderungsanlage auf dem Gebiete des derzeitigen Ungarns ist am Budapester Nordbahnhof (Budapest északi p. u.) gelegen.

Die Anlage wurde vor dem Kriege, in den Jahren 1909 bis 1911 gebaut und hatte die Bestimmung, das übermäßig beanspruchte Heizhaus am Westbahnhof durch Über-

## Leistung des Lokomotiv- und Triebwagenpersonals.

Auf einen Dienst verrichtenden Lokomotivführer entfällt Lokomotivkilometer-Leistung	Gesamte		Auf einen Lokomotivführer entfallen		Heizerdienst haben verrichtet:								Vom Stande der Heizer haben keinen Dienst verrichtet									
	Abwesenheit von der Heimatstation	Dienst-	Abwesenheit von der Heimatstation	Dienst-	Lokomotivführer-Anwärter	Geprüfte Lokomotivführer-Lehrlinge	Lokomotivführer-Lehrlinge	Vorheizer	ernannte	mit Taglohn besoldete	mit Stundenlohn besoldete	Zusammen	wegen andauernder vorübergehender Krankheit	%	wegen Beurlaubung	%	dienstfrei	vom Dienste suspendiert	in Kündigung	anderen Diensten zugeteilt	Zusammen	% der Dienstverrichtenden
2423	521 896	412 323	320	79 % 253	33	40	55	3	1063	8	399	1603	$\frac{34}{73}$	7,3	30	1,9	1	—	12	58	208	13,9
2421	550 140	449 666	320	82 % 262	15	7	121	5	999	53	476	1676	$\frac{27}{63}$	5,4	32	1,9	—	2	15	47	186	11,1

nahme des Güterzugdienstes zu entlasten. Infolge der neuen, in die Nähe der Hauptstadt gerückten Landesgrenzen sind jedoch beiden Heizhäusern die verkehrsreichsten Linien entzogen worden und ihre Leistung ist derart gesunken, daß das Heizhaus Budapest-Westbahnhof gänzlich aufgelassen werden konnte. Seit Auflassung letzteren Heizhauses dient nun die neuzeitlich eingerichtete Zugförderungsanlage am Nordbahnhof sowohl dem Personen- wie auch dem Güterverkehr. An die Anlage ist ein Kohlenbahnhof angeschlossen mit einem Fassungsvermögen von rund 1 Million q. Kohlen, bestimmt für Verkaufszwecke.

Sowohl der Bahnhof, als auch die Zugförderungsanlage haben über den Rangierbahnhof Rákos-rendező mit dem Budapester Westbahnhof unmittelbare Gleisverbindung.

Die Zugförderungsanlage (Textabb. 1) besteht aus zwei kreisförmigen Lokomotivschuppen (Textabb. 2) mit zusammen 56 Lokomotivständen. Die Schuppen sind mit Rauchkanälen (System Fabel) versehen. Zur raschen Absaugung der Rauchgase stehen die Rauchkanäle mit hohen Schornsteinen in Verbindung. Zu jeder der beiden Drehscheiben mit 20 m Durchmesser führen je drei Ein- und Ausfahrtsgleise. Der Kohlenlagerplatz hat einen Fassungsraum von 24 000 t Kohle. Der Hochbunker der mit elektrischen Aufzügen versehenen Bekohlungsanlage (Textabb. 3) faßt 200 t Kohle.

Die Kosten der Ausrüstung der Lokomotiven mit Kohle stellen sich bei einem Tagesbedarfe von 360 t auf 0,40 Pengö (= 29 Rpf.) pro Tonne.

Die Versorgung der Lokomotiven mit Brennholz und trockenem Sande erfolgt ebenfalls vermittels der Kohlenladebrücke, auch die Sandtrockenanlage befindet sich bei der Bekohlungsanlage. In Textabb. 2 ist auch ein Schlackenhebeturm ersichtlich, der die mechanische Schlackenbeförderung ermöglicht.

Zur Instandhaltung der dem Heizhause zugeteilten 174 Lokomotiven dient eine Betriebswerkstätte mit vier Ständen und elektrisch betriebener Achssenke.

Der Personalstand der Anlage ist mit 742 Mann bemessen. Wohlfahrtseinrichtungen wie Schlafräume, Wärmestuben, Waschgelegenheit, Bad, Ankleideraum stehen den Bediensteten zur Verfügung. Einen ergänzenden Teil der Anlage bilden die in Textabb. 4 teilweise dargestellten Wohngebäude mit insgesamt 180 Wohnungen.

Das Trinkwasser, sowie auch das Wasser zur Speisung der Lokomotivkessel stammt aus der 4,5 km entfernten Donau, in deren unmittelbarer Nähe sich die Brunnen befinden. Das ebenfalls am Donauufer errichtete Pumpwerk befördert das Wasser in den 34 m hohen Wasserbehälter (Textabb. 5) von 1000 m<sup>3</sup> Inhalt.

Textabb. 6 und Abb. 1, Taf. 24 zeigen die Anordnung und den Schnitt der Brunnen, die nach ihrem Erbauer Fischer-Brunnen benannt werden und ein in jeder Hinsicht vorzügliches Wasser in hinreichender Menge liefern. Die Brunnen ermöglichen eine zweite künstliche Reinigung des schon auf natürlichem Wege filtrierten Wassers. Auf der äußeren Fläche des unteren Teiles des aus Eisenbeton gebauten Brunnenkörpers befinden sich nämlich in länglichen Einkerbungen Schottersäcke, die als zweite künstliche Filter dienen.

Das Wasser wird aus dem unteren Teile der Schottersäcke, welche 6 m unter dem tiefsten Wasserstand der Donau angebracht sind, durch Röhren in den glockenförmigen Schacht des Brunnens geleitet. Die elektrisch betriebene Turbopumpe ist in der oberhalb des Schachtes befindlichen Kammer eingebaut.

Der Eisenbetonkörper wurde über Tag vollkommen fertiggestellt, mit Beton gründlich verputzt und erst dann pneumatisch versenkt. Hierdurch wurde erreicht, daß der Beton tadellos dichtet und die Pumpenkammer, obwohl sie unter dem Spiegel des tiefsten Wasserstandes liegt, auch bei höchstem Wasserstande vollständig trocken ist. Vorteilhaft ist ferner, daß diese Brunnen leicht gereinigt werden können, da das Wasser aus dem Schacht durch Luftdruck entfernt und die Ablagerungen durch den mittleren Schacht und die obere Luftschleusenkammer entfernt werden können. Eine solche Reinigung wurde sechs Jahre nach dem Bau der Brunnen mit vollem Erfolg durchgeführt.

Das Pumpwerk hat eine Leistungsfähigkeit von 10 000 m<sup>3</sup> in 24 Stunden, der jetzige Bedarf beträgt 3 500 m<sup>3</sup>. Die Förderkosten betragen 0,08 Pengö/m<sup>3</sup>.

Es wird von Interesse sein, den Vorteilen, die sich bei dieser Anlage durch die günstige natürliche Filtrierung und durch die Ergänzung mit großflächiger künstlicher Filtrierung ergeben haben, die Wasserversorgung unserer Station Dombóvár gegenüberzustellen.

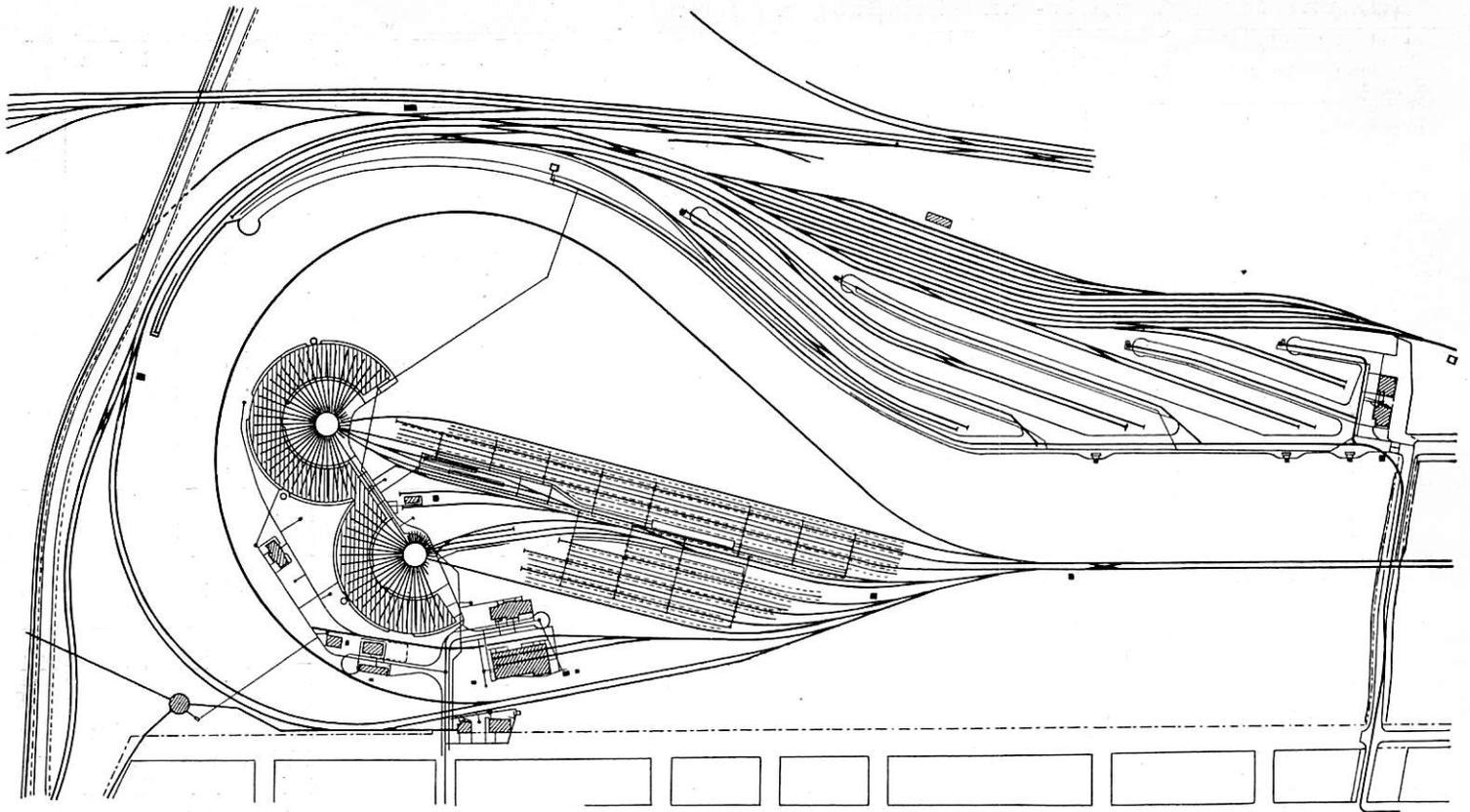


Abb. 1. Zugförderungsanlage Budapest-Nordbahnhof.

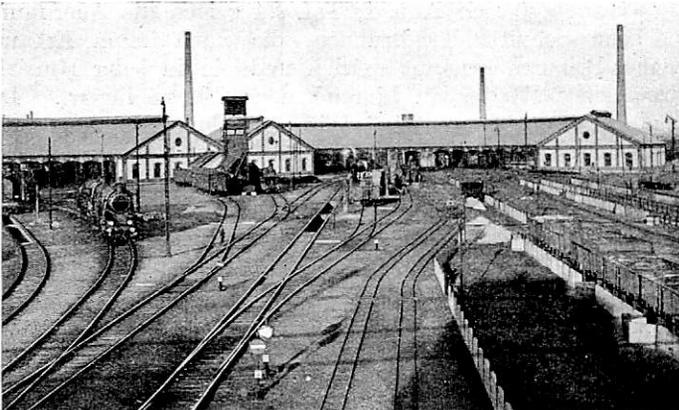


Abb. 2. Lokomotivschuppen.



Abb. 4. Wohngebäude.

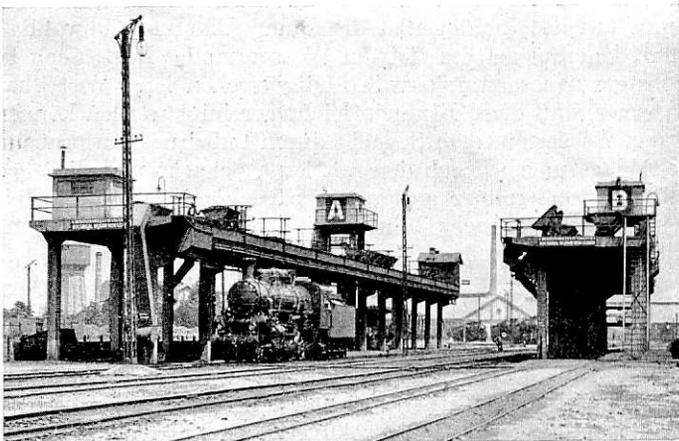


Abb. 3. Bekohlungsanlage.

In Dombovár stand zur Lokomotivspeisung das Wasser des Kaposkanals, welcher auch die Abwässer einer 30 km entfernten Zuckerfabrik abführt, zur Verfügung. Zur Reinigung dieses Wassers wird künstliche Filtrierung und ein chemisches Verfahren angewendet.

Das Wasser der Kapos wird nämlich durch zwischengeschaltete Koksfilter in einen Schacht geleitet und aus diesem durch die Elektro-Kreiselpumpe von 15 PS des in Abb. 2, Taf. 24 dargestellten Pumpwerkes in zwei Klärtürme gedrückt, wo es mit Aluminiumsulfat behandelt wird. Das von Niederschlägen befreite Wasser gelangt danach durch eine 15 bis 20 cm starke Quarzschotterschicht in den Reinwasserbehälter, aus welchem es vermittels einer Elektro-Kreiselpumpe von 33 PS in den 35 m hohen Wasserturm gedrückt wird. Die Reinigung des verschlammten Quarzfilters erfolgt mit Druckluft, welche durch einen im Maschinenraum befindlichen Kompressor erzeugt wird.

Das so gewonnene Wasser ist, solange der Betrieb der Zuckerfabrik ruht, einwandfrei; die organischen Zusätze aber, die sich während dieses Betriebes im Wasser zeigen, gänzlich zu entfernen, ist uns bisher nicht gelungen. Wir hoffen aber, daß es durch Einschaltung einer Kläranlage in der Zucker-

zusammen 220 t fassenden Behälter. Die Gesamtkosten der Bekohlung betragen 0,352 Pengö/Tonne.

Was den Lokomotivschuppen von Békéscsaba anbelangt, soll hier nur die Vorrichtung zum Absaugen des Rauches erwähnt werden. Da nämlich der Bau eines Schornsteines

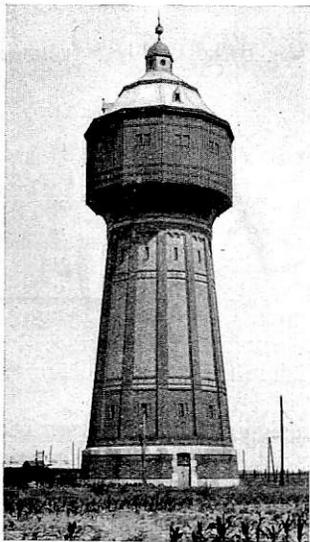


Abb. 5.

Wasserbehälter System-Intze.

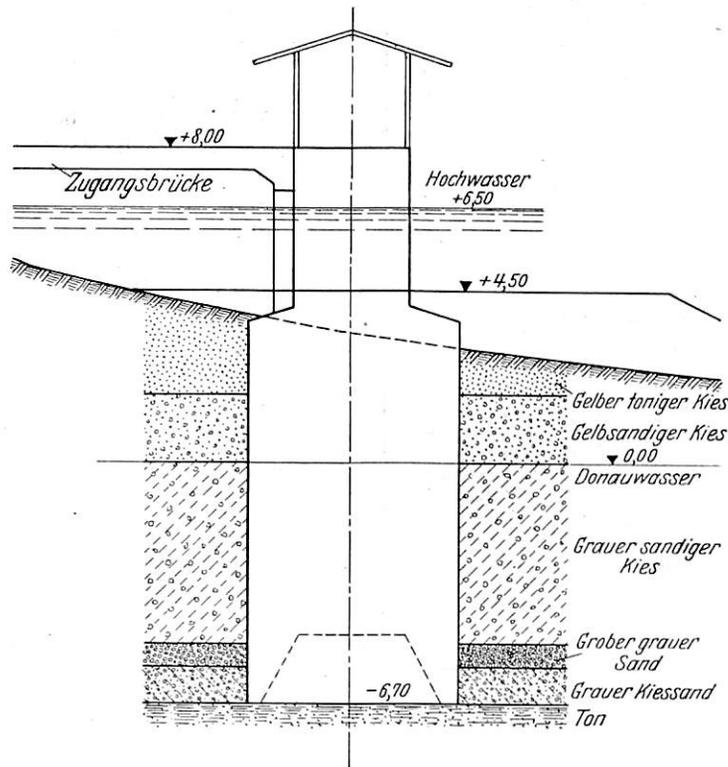


Abb. 6. Fischer-Brunnen.

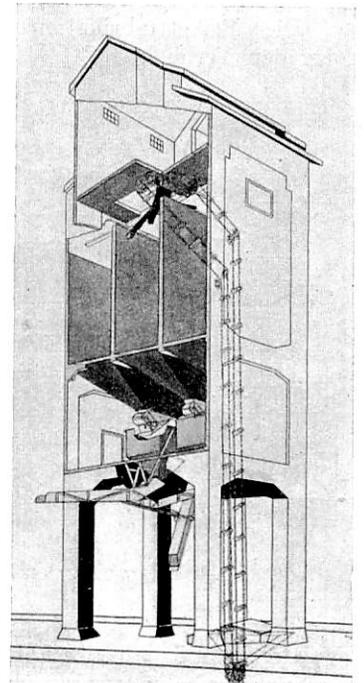


Abb. 7.

Bekohlungsanlage in Pécs.

fabrik möglich sein wird, das Wasser auch von diesen Zusätzen befreien zu können.

Im Wasserwerk Dombovár stellen sich die Gesamtkosten der Wassergewinnung auf 0,099 Pengö/m<sup>3</sup>.

Von den neueren Zugförderungseinrichtungen Rumpf-Ungarns sind noch die im Jahre 1917 in Pécs errichtete Bekohlungsanlage, ferner die neuen Lokomotivschuppen in Békéscsaba zu erwähnen.

Bei der Bekohlungsanlage in Pécs ist, wie aus Textabb. 7 ersichtlich, der Kohlenbehälter in drei Abteilungen geschieden. Über ihnen ist die Maschineneinrichtung, unter ihnen die Abfüllvorrichtung angeordnet. Ein Becherwerk, angetrieben von einem 16 PS-Elektromotor, befördert die Kohle aus den am Fuße des Gebäudes befindlichen Schächten in die drei

wegen der Fundierungsschwierigkeiten unverhältnismäßig kostspielig gewesen wäre, mußte hier eine andere Anordnung getroffen werden.

Die Rauchgase werden aus einem längs des Heizhauses verlaufenden Kanal mittels eines elektrisch angetriebenen Exhaustors abgesaugt. Die abgesaugten Gase strömen durch einen Diffusor ins Freie. Die Einrichtung hat sich sowohl in betrieblicher wie auch wirtschaftlicher Hinsicht gut bewährt.

Das Bestreben der ungarischen Staatsbahnen geht dahin, die Zugförderungsanlagen mit zeitgemäßen und wirtschaftlichen Einrichtungen zu versehen. Unsere Finanzlage nötigt uns aber die Neuanlagen aus den Betriebsüberschüssen zu bestreiten, aus diesem Grunde können die Verbesserungen nicht in dem erwünschten Umfang erfolgen.

## Die Brikettfabrik der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Inspektor Ing. v. Tóth, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Zur Verwertung der in ihrem Betriebe sich anhäufenden Kohlenabfälle errichteten die k. ung. Staatseisenbahnen im Jahre 1913 auf dem Gebiet von Budapest nächst der Eisenbahnstation Rákos eine Brikettfabrik.

Zur Aufbesserung der einheimischen Kohlenabfälle wurde ursprünglich ausländische (schlesische) Staubkohle verwendet. Als nach Kriegsende Kohlenmangel eintrat, wurde der Betrieb erweitert und statt ausländischer Staubkohle aus wirtschaftlichen Gründen einheimische Kleinkohle verwendet. Später wurde wieder zur ausländischen Staubkohle zurückgegriffen, um Brikette herzustellen, die geeignet sind, den Bedarf an ausländischer Kohle bei Personenzuglokomotiven einzuschränken.

Vor einigen Jahren setzte das Pécser Bergwerk, dessen Kohle an Heizwert der schlesischen Kohle am nächsten steht, eine Kleinkohlenwäsche in Betrieb; seitdem wird zur Loko-

motivfeuerung ausländische Kohle fast gar nicht mehr verwendet.

Dagegen wurde ausländische Kohle zur Ofenheizung noch immer in größerer Menge eingeführt, schon deshalb, weil die einheimischen Bergwerke den Bedarf an Stückkohle nicht bestreiten können. Aus diesem Grunde und zur Verbesserung der Bilanz des Außenhandels wurde die Briketterzeugung in letzter Zeit vollständig auf die Herstellung von Hausbrandkohle umgestellt.

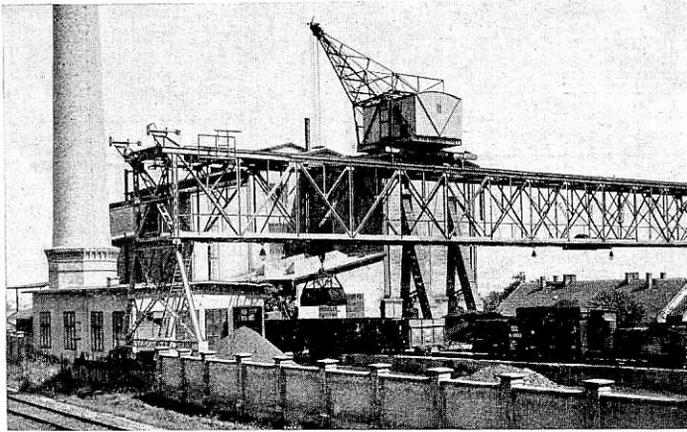
Die Abb. 1 stellt die Ansicht der Brikettfabrik dar.

Vor der Fabrik befindet sich eine Kranbrücke von 64 m Spannweite mit elektrisch angetriebenem Selbstgreifer. Die Fabrik hat Dampfbetrieb und arbeitet mit vier Brikettpressen, System Couffinal.

Ursprünglich, solange Brikette zur Lokomotivfeuerung

erzeugt wurden, betrug das Gewicht der erzeugten Kohlenziegel 3 kg. Nach Umstellung des Betriebes auf Hausbrandkohle wurden die Pressen jedoch umgestaltet und die Formen durch Ausfütterung mit Bronzeinlagen in drei Teile geteilt, so, daß nun bei jedem Hub drei Brikette von je 0,7 kg Gewicht erzeugt werden. Bei einer Hubzahl von 35 i. d. Minute beträgt die Höchstleistung einer Presse 105,8 t im Tag.

Die Brikettfabrikation nimmt kurz zusammengefaßt folgenden Verlauf:



Brikettfabrik der k. ung. Staatsbahnen.

Die im Eisenbahnwagen anlangende Kohle wird durch den Greifer in die aus der Abbildung ersichtlichen zwei Becherförderer abgeladen und von diesen nach Sorten in die Vorratsbehälter gehoben. Die Kohlen gelangen dann in bestimmter Mischung über einen kreisenden Rundtisch mit verstellbarem Halsgurt und Abstreicher in eine Förderschnecke, welcher auch das gemahlene Pech zugeführt wird.

Die Masse wird dann mittels eines Desintegrators gründlich vermischt und zerkleinert und durch ein Becherwerk in den Wärmeofen befördert, wo das Gemisch auf einem Drehtische trocknet und das Pech gleichzeitig bei der Temperatur von 90° C aufweicht. Das erhitzte Gemisch wird darauf durch einen Abstreicher in die Dampf-Knetwerke geschoben, wo es mittels überhitzten Dampfes zu plastischer Masse geknetet und sodann in die Preßformen gestrichen wird. Nach dem Pressen fallen die fertigen Brikette über Rutsche und Förderband unmittelbar in die Eisenbahnwagen.

Die ungarischen einheimischen Kohlen lassen sich leider bei niedrigerem oder mittlerem Drucke ohne Bindemittel nicht entsprechend brikettieren, so daß es nötig ist, das teure

Kohlenpech, welches bisher durch keinen anderen Stoff ersetzt werden konnte, zu verwenden.

Anfangs wurde ausländisches Kohlenpech benützt, derzeit wird aber nur mehr inländisches Braunkohlenpech verwendet, welches überdies den Vorteil hat, für Haut und Augen unschädlich zu sein.

In jüngster Zeit wird durch Destillation nach dem Lurgi-Verfahren aus einer unserer heimischen Braunkohlen ein allen Anforderungen entsprechendes Pech gewonnen.

Die Brikettkohle enthält z. Z.  $\frac{1}{4}$  Teil Pécsér Kleinkohle,  $\frac{3}{4}$  Teil Doroger Staubkohle und als Bindemittel zu 7% Braunkohlenpech. Der Heizwert beträgt 5700 Wärmeinheiten, der Aschengehalt 15%.

Die Herstellungskosten von 100 kg Brikettkohle betragen:

Personalausgaben:	
Fest angestellte Bedienstete . . . . .	0,0700 Pengö
Arbeitslöhne . . . . .	0,0800 „
Betriebsmaterialien:	
Kohle zur Kesselheizung . . . . .	0,0915 „
Schmier- und Putzmaterialien . . . . .	0,0067 „
Elektrischer Strom, Wasser usw. . . . .	0,0280 „
Instandhaltungskosten . . . . .	0,0820 „
Zusammen . . . . .	0,3582 Pengö *)

Hierzu kommt noch die Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, welche sich bei Betrieb mit mehreren Schichten entsprechend verringern.

Die Preise der Rohstoffe ändern sich nach Marktlage. Die Rentabilität der Briketterzeugung ist stark abhängig von den Pechpreisen. Derzeit kostet das Braunkohlenpech ungarischer Herkunft frei Anlieferungsart durchschnittlich 10 Pengö für 100 kg. Auf 100 kg Brikette entfallen an Kosten für Pech allein 0,7 Pengö, somit das Doppelte der oben angeführten Herstellungskosten.

In Zusammenfassung dieser Daten kann festgestellt werden, daß die Briketterzeugung bei den derzeitigen Pechpreisen nur dann wirtschaftlich ist, wenn der Preisunterschied zwischen Stückkohle und der zum Brikettieren verwendeten Staubkohle größer ist als 0,7 Pengö + 0,3582 Pengö + Tilgungsanteil.

Doch dürften die vielfachen Versuche zur Vervollkommnung des Verfahrens der Brikettierung ohne Bindemittel nicht lange erfolglos bleiben. Das Apfelbeck'sche Verfahren, das zu den besten Hoffnungen berechtigt und dem sich die allgemeine Aufmerksamkeit der Fachleute zuwendet, wird demnächst in Ungarn, im Bergwerk der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Pécsujhely in Anwendung gebracht werden.

\*) 1 Pengö = 73 Rpf.

## Die Einführung der Kunze-Knorr-Güterzugbremse bei den kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Ing. Gustav Szentgyörgyi, kön. ungar. Oberregierungsrat, Direktor der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Die Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse ist eine der wichtigsten Fragen im Betriebe der Eisenbahnen. Sie erhöht die Betriebssicherheit und ermöglicht eine Beschleunigung des Güterverkehrs. Daraus ergibt sich eine Reihe von Vorteilen, die sowohl vom Standpunkte der Betriebsführung wie der Wirtschaftlichkeit von außerordentlicher Bedeutung sind.

An der Lösung dieser Frage nahmen die k. ung. Staatseisenbahnen von Anfang an regen Anteil, sie beteiligten sich seit nunmehr 25 Jahren an den Verhandlungen und Bremsversuchen, zuerst im Bremsausschuß des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen und neuerdings im Brems-Unterausschuß des Internationalen Eisenbahnverbandes. Im Hinblick hierauf soll die Güterzugbremsfrage hauptsächlich in jenen Beziehungen

behandelt werden, bei denen das Mitwirken der k. ung. Staatseisenbahnen auf die Durchbildung und Entwicklung der durchgehenden Güterzugbremse Einfluß ausübte.

Die Grundlagen zur Entwicklung einer Druckluft-Güterzugbremse wurden durch Versuche geschaffen, die vom Jahre 1904 angefangen auf den k. ung. Staatseisenbahnlinien mit der Westinghouse-Bremse im Wettbewerb mit der Vakuumbremse vorgenommen wurden und zur Ausgestaltung der Westinghouse-Güterzugbremse führten. Das wichtigste Ergebnis dieser ungarischen Versuche war die mühsam ermittelte Bremszylinderdruck-Schaulinie für die Schnellbremsung, die gegenüber dem steilen Druckdiagramm der Personenzugbremse in ihrem allmählichen Ansteigen und ihrer gestreckten Form das betriebssichere Bremsen langer

Güterzüge innerhalb des zulässigen Bremsweges möglich machte. Dieses Diagramm wurde dann die Grundlage auch anderer Bauarten von Güterzug-Druckluftbremsen.

In der weiteren Entwicklung der Güterzugbremse entstand dann die Kunze-Knorr-Bremse, die über die Forderungen des Berner Programms hinaus ohne Sonder- einrichtungen auch das Abbremsen der Last und das stufen- weise Lösen ermöglicht, zwei wichtige Forderungen, die ich mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und Wirtschaftlich- keit für eine Güterzugbremse stets als unerlässlich erachtete. Diese Vorteile haben im Jahre 1916 und 1917 die Vertreter der k. ung. Regierung, bzw. der k. ung. Staatseisenbahnen, und den mittlerweile aus Regierungs- und Eisenbahnvertretern entstandenen ung. Eisenbahn-Bremsausschuß veranlaßt, nach Teilnahme an Versuchen sowohl auf dem Flachlande als auch auf Gebirgsstrecken und gestützt auf die auch bei einem drei- monatigen Dauerversuche gemachten günstigen Erfahrungen, ein Gutachten abzugeben, in dem die Kunze-Knorr-Bremse als die zur Zeit geeignetste Bremsbauart für Güter- züge anerkannt wurde.

Auf Grund dieses Gutachtens haben die k. ung. Staats- eisenbahnen zu der Kunze-Knorr-Bremse Stellung genommen und ihrem Minister die Einführung dieser Bremse schon im Jahre 1918 in Vorschlag gebracht. Wegen der ungünstigen politischen Verhältnisse konnte damals dieser Plan nicht durchgeführt werden, die Stellungnahme der k. ung. Staats- eisenbahnen blieb aber unverändert.

Die Frage der Einführung der Kunze-Knorr-Bremse blieb seither bei den k. ung. Staatseisenbahnen stets auf der Tagesordnung. Um die wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteile zu ermitteln, stellten die k. ung. Staatseisenbahnen im Jahre 1927 eine eingehende Berechnung auf, die dem k. ung. Handelsminister vorgelegt wurde, der nun als Aufsichtsbehörde im Jahre 1928 endgültig seine grund- sätzliche Genehmigung erteilte, die Kunze-Knorr- Bremse bei den vorhandenen Güterwagen einzu- führen und die neu zu beschaffenden Güterwagen mit dieser Bremsenrichtung zu bestellen. Dieser grundsätzliche Beschluß wurde in der Beantwortung eines vom Brems- Unterausschuß des J. E. V. aufgestellten Fragebogens offiziell mitgeteilt.

In der obenerwähnten und jüngst für die heutigen Ver- hältnisse umgearbeiteten Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden in der ersten Reihe Ersparnisse an Bremserpersonal (als unmittelbare Vorteile) errechnet, und des weiteren die Folgen der Erhöhung der Betriebssicherheit und der Steigerung der Güterzuggeschwindigkeit geschätzt. Letztere beiden wurden so bedeutungsvoll gefunden, daß diese mittelbaren Vorteile die Einführung einer Güterzug- bremse auch dann vollkommen rechtfertigen, wenn die Er- sparnisse an Bremserkosten die Tilgung des aufgewendeten Kapitals erst nach längerer Zeit ermöglichen würden.

Die Ersparnisse an Bremserpersonal genügen — nach Abzug der Mehrkosten des Luftbremsbetriebes gegenüber dem Handbremsbetriebe — zur Tilgung und Verzinsung des Einbaukapitals und zwar erfolgt die Tilgung bei einer vier- jährigen Ausrüstungsfrist in 10 bis 12 Jahren nach be- endigter Ausrüstung.

Nach Ablauf der Tilgungsjahre ist dann trotz der höheren Unterhaltungs- und Untersuchungskosten der Luftbremse jährlich eine ansehnliche Reinersparnis zu erwarten.

Obwohl unmittelbare Ersparnisse durch Entfall der Bremser allein zur Tilgung der Einführungskosten genügen, werden die rechnerisch nicht genau zu fassenden mittelbaren Vorteile des Luftbremsbetriebes: Steigerung der Betriebs- sicherheit und höhere Zuggeschwindigkeit nicht minder dazu

beitragen, die Einführung der Güterzugbremse zu rech- fertigen.

Es sollen hier diese mittelbaren Vorteile näher besprochen werden.

#### A. Die Steigerung der Betriebssicherheit.

Beim Handbremsbetrieb im Güterzugdienst ist die Länge der Bremswege ziemlich unsicher, da sie von der Hörbarkeit der Lokomotiv-Pfeifensignale, von der Witterung, Wind- richtung, von körperlicher Frische und dem Diensteifer der Bremser abhängt. Außerdem sichert aus Sparsamkeits- rücksichten die Anzahl der Bremser nur den größten zu- gelassenen Bremsweg.

Beim Luftbremsbetrieb der Güterzüge fallen diese unsicheren Punkte weg, die Wirkung der Bremse liegt zu- verlässig in der Hand des Lokomotivführers, die Brems- wirkung geht rasch und gleichmäßig bis an das Zugende. Bei Zugtrennungen bremsst sich der Zug selbsttätig ein. Außer- dem erhöht die Betriebssicherheit auch der Umstand, daß allgemein eine größere Zahl Bremswagen sich im Zuge be- findet als nach den Vorschriften notwendig wäre. Unsere Bremswegversuche zeigen, daß durch diese günstigen Um- stände bei unseren Verhältnissen im Luftbremsbetrieb um 25% bis 40% kürzere Bremswege zu erwarten sind als bei dem Handbremsbetrieb. Die gesteigerte Betriebssicherheit könnte man bei Handbremsung nur durch Vermehrung der Anzahl der Bremser erreichen, was die Bremserkosten ganz erheblich steigern und den Betrieb außerordentlich unwirt- schaftlich gestalten würde.

Diese Mehrkosten für den Handbremsbetrieb bei gleicher Sicherheit würden die zahlenmäßige Bewertung der größeren Betriebssicherheit der Kunze-Knorr-Bremse darstellen.

Die Steigerung der Betriebssicherheit ist mit einer ganzen Reihe von betrieblichen und wirtschaftlichen Vorteilen ver- bunden: Verminderung der Betriebsstörungen, der Zug- trennungen, der Unfälle und der Unfallschäden, so daß die Einsparungen an Beschädigungen von Gleisen, Lokomotiven und Wagen, ferner die Verminderung der Entschädigungs- summen für beschädigte Waren und Personen zugunsten der Luftbremse anzuschreiben sind.

Die Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse gestattet ferner die Anwendung einer neuen Sicherheits- einrichtung gegen das Überfahren von Haltsignalen auch bei Güterzügen. Solche Zugbeeinflussungseinrichtungen sichern das selbsttätige Einbremsen der luftgebremsten Züge vor den Haltsignalen.

Schließlich soll hier noch der soziale Gesichtspunkt erwähnt werden, daß bei Einführung des Luftbremsbetriebes bei Güterzügen ein schwerer, oft gefahrvoller, durch die Kälte stark beeinflusster Dienst entfällt.

#### B. Die Vorteile der Geschwindigkeitssteigerung bei Güterzügen.

Die größere Betriebssicherheit, die sich aus der zu- verlässigeren und höheren Bremskraft ergibt, gestattet die Geschwindigkeit der luftgebremsten Güterzüge um ein be- stimmtes Maß ohne Bremsermehrkosten zu steigern. Dies führt besonders in Gefällen kostenlos zur Verkürzung der Fahrzeiten, also zur Verbesserung der Fahrpläne. Die so erzielte Verkürzung der Fahrzeiten ist eigentlich aus betrieb- lichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten die wichtigste Errungenschaft des Luftbremsbetriebes bei Güterzügen. Sie ermöglicht die Verkürzung der Umlaufzeiten der Lokomotiven und Wagen und verbessert die Ausnützung der Fahrzeuge und des Personals, was auch zu Einsparungen bei Fahrzeug- beschaffungen und bei den Unterhaltungskosten derselben

führt. Durch Verbesserung der Fahrpläne kann auch die Leistungsfähigkeit der Strecken gesteigert werden, ohne besondere Baukosten für Doppelgleise und Stationserweiterungen.

Die Verkürzung der Fahrzeiten beschleunigt außerdem den Warentransport, mit demselben Fahrpark werden größere Leistungen erzielt, was zur Steigerung der Einnahmen führt. Auch vom Standpunkte des zwischenstaatlichen Verkehrs ist die Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse gerechtfertigt und zeitgemäß, denn der internationale Güterverkehr erfordert heute schon lange Züge mit großer Geschwindigkeit, die wirtschaftlich und betriebssicher nur im Luftbremsbetrieb geführt werden können.

Die außerordentlichen Vorteile des Luftbremsbetriebes der Güterzüge haben die meisten Länder erkannt, und sie dazu bewogen, die Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse zu beschließen. Die Deutsche Reichsbahn und die

Schwedischen Staatsbahnen haben die Kunze-Knorr-Bremse bereits vollständig eingeführt.

Die ungarischen Staatseisenbahnen haben, wie erwähnt, sich grundsätzlich für die Einführung der Kunze-Knorr-Bremse entschieden; die ungarische Industrie hat sich für die inländische Herstellung der Kunze-Knorr-Bremse vorbereitet und die Bereitstellung der nötigen Mittel ist im Zuge; nach Sicherung derselben wird mit der Herstellung der Kunze-Knorr-Bremse und Ausrüstung der Fahrzeuge begonnen werden.

Frankreich und Belgien führt die Westinghouse-Güterzugbremse, die Schweiz die Drolshammer-Bremse ein. Auch Österreich, die Tschechoslowakei, Jugoslawien, Rumänien, Holland, Dänemark, Italien und Polen befassen sich mit der Frage der Einführung, so daß die europäischen Eisenbahnen, die Wichtigkeit dieser Frage erkennend, bemüht sind, aus den gewaltigen Vorteilen dieser technischen Errungenschaft ehestens in ihrem Betriebe Nutzen zu ziehen.

## Die Elektrisierungsarbeiten der kön. ungar. Staatsbahnen.

Von Staatsbaurat Ing. L. von Verebely, Vorstand des Elektrisierungsbüros, Direktion der kön. ungar. Staatsbahnen.

### Vorarbeiten der elektrischen Zugförderung.

Die ersten Elektrisierungspläne und Vorarbeiten der k. ungar. Staatsbahnen reichen in jene Sturm- und Drangperiode der elektrischen Zugförderung zurück, in welcher — vor etwa zwei Jahrzehnten — nach den ersten durchschlagenden Erfolgen in Italien auf der Valtellina-Bahn und in den Vereinigten Staaten von Amerika auf der New York Central und der New York, New Haven & Hartford Bahn, die meisten europäischen Bahnverwaltungen wetteifernd sich für die Schaffung großzügigerer Elektrisierungsanlagen entschließen. Im Jahre 1910 wird der elektrische Betrieb auf der steilen Rampe von Giovi der Italienischen Staatsbahnen und auf der Teilstrecke Spiez—Frutigen der Lötschbergbahn eröffnet und im Sommer desselben Jahres erhält die Direktion der Schwedischen Staatsbahnen die gesetzliche Ermächtigung, die nördlichste Bahnlinie der Erde, die Riksgränsen-Bahn zu elektrisieren. Ein halbes Jahr später, Anfang 1911, beginnt der elektrische Betrieb zwischen Dessau und Bitterfeld und auf der Versuchsstrecke Ille sur Tête—Villefranche der französischen Südbahn.

In Ungarn, wo die Erfolge des bahnbrechenden ungarischen Drehstromsystems in Italien besonderes Interesse für die elektrische Zugförderung erweckten, kam im Jahre 1910 von den Staatsbahnlinien die Elektrisierung von vier Gebirgstrecken in Erwägung, nämlich:

Kameral—Moravica—Fiume	} im adriatischen Karstgebiet, auf den von Budapest nach Breslau—Berlin führenden zwei Hauptlinien, in Erdély (Siebenbürgen).
Galánta—Zsolna	
Salgtóarján—Ruttká	
Piski—Petrozsény	

Nachdem aber das damalige k. u. k. Kriegsministerium gegen die Elektrisierung der ersten beiden Strecken Stellung nahm, wurden die Vorarbeiten eigentlich nur auf den beiden letzteren ernstlich aufgenommen. Es ist bemerkenswert, daß zur Durchführung der Elektrisierung sich für beide staatlichen Linien die Privatunternehmung angemeldet hatte. Das war aber leider auch die Ursache der Verzögerung der Entscheidung. Die Ergebnisse ausländischer Elektrisierungen waren damals noch viel zu spärlich und viel zu unsicher, um eine objektive Entscheidung zwischen dem Optimismus der Privatangebote und der etwas pessimistischen Vorsicht der verantwortlichen amtlichen Stellen zu ermöglichen. Die Schriften und Berechnungen für und wider kreuzten ihre Waffen lange in unfruchtbarem Kampfe, der erst am Ende des Jahres 1913 zu dem bescheidenen Ergebnis führte, daß die Elektrisierung

eines Teiles der Strecke Piski—Petrozsény mit dem Kandósch System beschlossen wurde. Der Ausbruch des Weltkrieges bereitete aber den kaum begonnenen Ausführungsarbeiten ein jähes Ende.

### Einphasenstrombahn Budapest—Vác—Gödöllő.

So war zu Beginn des Krieges neben einigen Lokalbahnen auf dem von den Staatsbahnen betriebenen Netz nur die Nebenbahn Budapest—Vác—Gödöllő im elektrischen Betrieb (Abb. 1). Diese wurde im Jahre 1911 gleich mit elektrischen

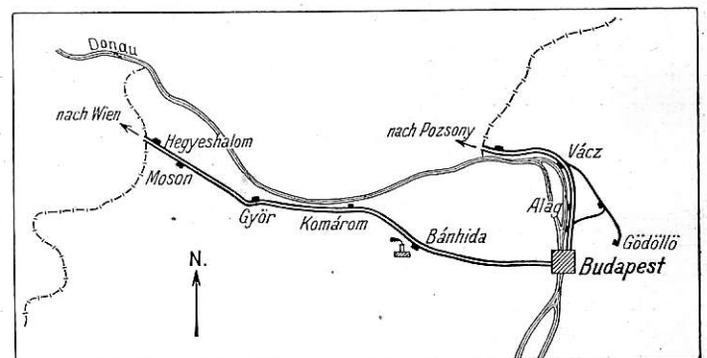


Abb. 1. Lageplan der zu elektrisierenden Linie Budapest—Hegyeshalom.

Betriebsmitteln eröffnet, die von den ungarischen Siemens-Schuckert-Werken geliefert wurden. Ihre Betriebslänge beträgt rund 51 km mit Steigungen bis 15 ‰. Die Ausrüstung entspricht der damaligen Entwicklungsstufe einer 15periodigen Einphasenbahn mit 10000 Volt Fahrstrom, der aus einer bahnfremden Zentrale bei Budapest bezogen wird. Der Personenverkehr wird zum größten Teil mit Triebwagenzügen, der Güterverkehr mit Lokomotiven abgewickelt. Die elf Triebwagen haben ein Leergewicht von 43 t, sind mit zwei je 150 PS starken Kollektormotoren ausgerüstet und verkehren mit einem oder zwei Anhängewagen von 13 bis 15,5 t Gewicht. Die vier Lokomotiven der Achsfolge B+B, haben zwei Motoren von je 240 PS Leistung und befördern bei 47 t Eigengewicht Züge von 160 t Anhängelast.

In den ersten Jahren des Weltkrieges stockte natürlich jede Elektrisierungstätigkeit. Als aber die lange Dauer des Krieges die sparsamste und rationellste Ausnützung aller zur Verfügung stehenden Kräfte zum ersten Gebot der Kriegswirtschaft erhob und die immer drückendere Kohlennot selbst den Verkehr strategisch wichtiger Eisenbahnlinien mit

Lahmlegung bedrohte, trat das Bedürfnis nach Elektrisierung — und zwar in einer viel allgemeineren Form — wieder in den Vordergrund. Aber erst in den letzten Tagen des tragischen Jahres 1918 wurde die systematische Arbeit beschlossen und das Elektrisierungsbüro errichtet, — mit der Aufgabe, sämtliche von Budapest ausstrahlenden Hauptlinien der Staatsbahnen auf ihre Eignung für die Elektrisierung und auf ihren Energiebedarf zu prüfen und sobald als möglich der Regierung einen bestimmten Vorschlag zu unterbreiten.

### Stromart — Phasenumformersystem v. Kandó.

Es war von vornherein klar, daß unter den obwaltenden Verhältnissen — schwierige finanzielle Lage, Abtrennung von zwei Dritteln des alten Landesgebietes und der ergiebigsten natürlichen Kraftquellen — die Elektrisierung nur im Zeichen größter Sparsamkeit vorgenommen werden dürfe. Dieser Anforderung schien das von Dr. Ing. h. c. von Kandó bereits im Jahre 1917 entworfene und von der Ganzschen Elektrizitäts-A. G. in Arbeit genommene neue sogenannte Phasenumformersystem in geeignetester Weise entgegen zu kommen, da es die unmittelbare Verwendung eines Wechselstromes normaler Frequenz (50 Perioden) am Fahrdrabt gestattete, hierdurch die Erzeugung bzw. Umformung und Übertragung eines besonderen Bahnstromes unnötig machte und auf diese Weise insbesondere bei den Investitionskosten der Elektrisierung sehr wesentliche Ersparnisse in Aussicht stellte.

Nachdem sowohl die prinzipiellen Grundlagen als auch die konstruktiven Einzelheiten des Kandóschen Phasenumformersystems in der deutschen Fachliteratur vom Verfasser wiederholt eingehend erörtert wurden\*), genügt es an dieser Stelle, ganz kurz darauf hinzuweisen, daß das Wesen des neuen Systems darin besteht, daß der vom Fahrdrabt abgenommene Wechselstrom von 50 Perioden und 15000 Volt in einer, einem Turbogenerator ähnlichen Synchronmaschine auf Drehstrom von etwa 1000 Volt Spannung umgeformt wird (Abb. 2). Hierzu ist der Ständer des Umformers mit zwei voneinander unabhängigen Wicklungen versehen, von denen die unmittelbar an die Fahrdrabtspannung angeschlossene einphasige sog. Primärwicklung den Umformer als Synchronmotor antreibt, während die andere mehrphasige sog. Sekundärwicklung die Haupt- und Nebenmotoren mit Mehrphasenstrom entsprechend niedriger Spannung speist. Der Ständer ist zwecks besserer Kühlung und Isolierung in einem, mit Transformatoröl gefüllten Kasten untergebracht, von dem der Läufer mit Hilfe eines in den Luftspalt geschobenen und an beiden Enden des Ölkastens sorgfältig abgedichteten Bakelitrohres abgetrennt ist. Durch die eigenartige gegenseitige Anordnung der Ständerwicklungen und durch die entsprechende selbsttätige Regelung der Gleichstromerregung des Läufers, wird erreicht, daß einerseits den Hauptmotoren jene mit der Belastung sich ändernde Klemmenspannung zugeführt wird, welcher bei der betreffenden Belastung ein möglichst hoher Wirkungsgrad entspricht, andererseits im Primärstromkreis eine beliebige Phasenverschiebung (normal etwa  $\cos \varphi = 0,90$  bis  $0,98$  voreilend) konstant gehalten wird. Die Hauptmotoren sind normale Drehstrommotoren, deren Drehzahl in der üblichen Weise durch Polumschaltung, oder Kaskadenschaltung, oder aber auch

\*) v. Verebély: Versuche der k. ung. Staatsbahnen mit einem neuen Elektrisierungssystem. Organ 1924, Heft 9/10. — Die elektrotechnischen Grundlagen eines neuen Phasenumformersystems. E. T. Z. 1925, Heft 2. — Über die Elektrifizierungsarbeiten der k. ung. Staatsbahnen. Elektrotechn. und Maschinenbau 1923, Heft 2. — Die Phasenumformerlokomotive für 50 periodischen Wechselstrom. Elektrotechn. und Maschinenbau 1925, Heft 7. — Die Verwendung von 50 periodischem Wechselstrom zur Elektrisierung von Haupt- und Nebenbahnen. III. Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahn-Kongreß. 1925.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXVI. Band. 18./19. Heft 1929.

durch die Kombination dieser beiden, in entsprechenden Stufen geändert werden kann.

Das Anlassen geschieht mit Hilfe eines von den Drehstromlokomotiven wohlbekannten und bewährten Wasserwiderstandes. Die Energieaufnahme wird sowohl während der Beschleunigungsperiode, als auch während der Fahrt durch einen Automaten geregelt, so daß die Bedienung der Lokomotive äußerst einfach ist.

Diese Lösung gestattet nicht nur die Vereinigung der günstigen Eigenschaften der Drehstromlokomotiven mit denen der billigen und betriebssicheren einpoligen Hochspannungsoberleitung, sondern ermöglicht auch die unmittelbare Speisung des elektrisierten Bahnbetriebs aus den für allgemeine Licht- und Kraftzwecke dienenden Kraftwerken bzw. Fernleitungen, was sowohl mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke (von denen im jetzigen Rumpf-Ungarn nur Dampfkraftwerke in Betracht kommen), als auch auf die betriebssichere und billige Strombeschaffung der Bahn, von ausschlaggebender Bedeutung ist.

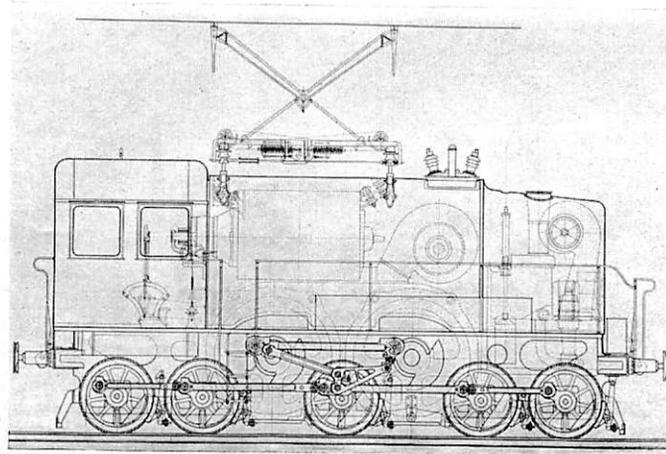


Abb. 2. Umrißbild der ersten Probelokomotive.

### Versuchslokomotive mit Phasenumformer.

Mit Rücksicht auf diese wichtigen Eigenschaften der Kandóschen Umformerlokomotive, beschlossen die Staatsbahnen nach eingehenden Vorstudien im Jahre 1922 das neue System einer gründlichen praktischen Prüfung zu unterziehen. Hierzu stellte die Ganzsche Elektrizitäts-A.-G. unentgeltlich und bedingungslos eine Versuchslokomotive zur Verfügung und die Staatsbahnen rüsteten eine angemessene Strecke mit Fahrleitung aus und sorgten für die Stromlieferung.

Diese erste Probelokomotive (Abb. 2), deren mechanischer Teil von der Magyar Állami Gépgyár (Ungarische staatliche Maschinenfabrik) geliefert wurde, war durch folgende Daten gekennzeichnet.

Achsfolge . . . . .	0 - E - 0
Gesamtlänge über Puffer . . . . .	9640 mm
Gesamter Radstand . . . . .	6580 mm
Fester Radstand . . . . .	4080 mm
Raddurchmesser . . . . .	1070 mm
Dienstgewicht . . . . .	80 t
Stundenleistung der Motoren etwa . . . . .	2700 PS
Geschwindigkeit bei 50 Per. 25—33,3—50—	66,7 km/Std.

### Versuchsstrecke.

Als Versuchsstrecke wurde ein 15,2 km langer Abschnitt der früheren Hauptlinie Budapest—Pozsony—Wien bestimmt, der von Budapest-Westbahnhof nördlich bis Alag führt

(Abb. 1). Es sind insgesamt rund 41 km Gleis mit Oberleitung ausgerüstet, so daß alle nötigen Zugbewegungen auch mit der elektrischen Lokomotive durchgeführt werden können.

Die Fahrleitung wurde in allen ihren Einzelheiten im Elektrisierungsbüro der Staatsbahnen entworfen, in deren Werkstätten hergestellt und in Eigenunternehmung erbaut (Abb. 3). Sie trägt, ihrer Bestimmung gemäß, wohl die Merkmale eines Provisoriums, hat sich aber nichtsdestoweniger bis jetzt sehr gut bewährt. Sie ist als einfache Kettenleitung ausgeführt, die von X-förmigen gegliederten leichten stählernen Auslegern getragen wird. Die Isolation ist durchweg einfach und besteht aus Doppelmantel-Stützisolatoren. Der hartgezogene Kupferfahrdrabt von 80 mm Querschnitt läuft normal in 6000 mm Höhe über Schienenoberkante.

Der elektrische Strom kann entweder vom Kraftwerk der Hauptwerkstätte Istvátelek der Staatsbahnen, oder von einer bahnfremden elektrischen Zentrale bezogen werden, die beide ungefähr in der Mitte der Probestrecke liegen. In beiden Fällen wird die Fahrleitung mittels eines Einphasentransformators

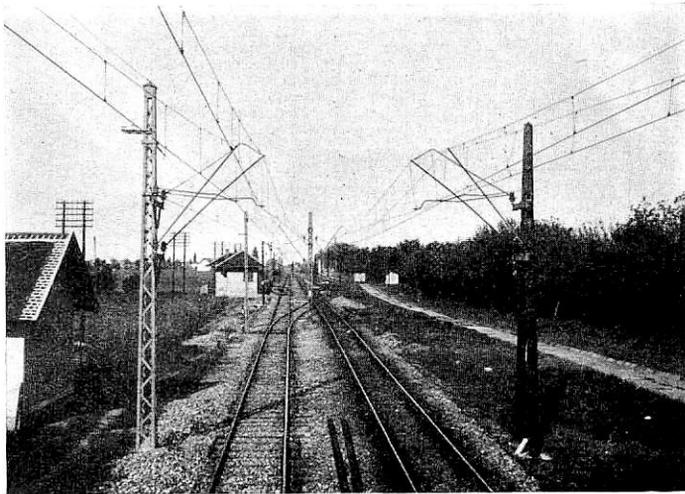


Abb. 3. Streckenteilung der Fahrleitung vor der Station Alag.

gespeist, der niederspannungsseitig an eine Phase der Dreiphasensammelschienen angeschlossen ist.

Die Versuche begannen im Herbst 1923 und dauerten mit einigen längeren Unterbrechungen rund drei Jahre. Es wurden Personenzüge von 300 bis 400 t Gewicht mit 67 km/Std. Geschwindigkeit und Güterzüge bis 1300 t Gewicht mit 50 km/Std. Geschwindigkeit befördert. Als Zusammenfassung der Versuchsergebnisse konnte festgestellt werden, daß sich die Lokomotive sowohl nach dem Grundgedanken als auch in konstruktiver Hinsicht bewährt hat. Insbesondere haben die Versuche für die Richtigkeit der zwei grundlegenden Fragen des Systems den Beweis geliefert, nämlich: erstens, daß die betriebsmäßige Stabilität synchroner Phasenumformer durch entsprechende Ausbildung der selbsttätigen Regler gesichert und zweitens, daß die nur an eine Phase angeschlossene Bahnbelastung auch an eine verhältnismäßig kleine Drehstromzentrale ohne Störung derselben und der mitangeschlossenen Licht- und Kraftverbraucher unmittelbar angeschlossen werden kann.

Am Ende des Jahres 1926 wurden die Versuche eingestellt um einerseits an der Lokomotive die inzwischen nötig gewordenen größeren Ausbesserungen vorzunehmen, andererseits um einige Bestandteile auf Grund der gesammelten Erfahrungen umzubauen. Diese Arbeiten dauerten etwas über ein Jahr, so daß die zweite Versuchsperiode mit der umgeänderten Lokomotive im Sommer 1928 begonnen werden konnte.

### Weiterentwicklung der Umformerlokomotive.

Der Umbau betraf in erster Linie den Phasenumformer, welcher statt zweipolig (3000 Umdr./Min.) einpolig (1500 Umdr./Min.) und trotz kleinerer Abmessungen mit größerer Leistungsfähigkeit ausgeführt wurde. Die Leistungserhöhung konnte einerseits durch bessere Kühlung des Öles mittels am Ständerkasten außen angebrachter Rippen, andererseits durch die verhältnismäßig einfache Wasserkühlung des Läufers erreicht werden. Das Anlassen des Umformers, das bei der ersten Ausführung mit Hilfe einer Akkumulatoren-batterie und des als Gleichstrommotor arbeitenden Erregers geschah, wird jetzt durch einen einphasigen Anwurfmotor vorgenommen, welcher die nötige niedrige Klemmenspannung von der primären Ständerwicklung des Umformers erhält. Bei den Hauptmotoren wurde die Kaskadenschaltung, die neben ihrer grundsätzlich vorhandenen Einfachheit auch gewisse Schwierigkeiten mit sich bringt, verlassen, und beide Motoren wurden auf Polumschaltbarkeit umgewickelt. Demzufolge änderten sich die Geschwindigkeitsstufen auf 33—50—66 km/Std.

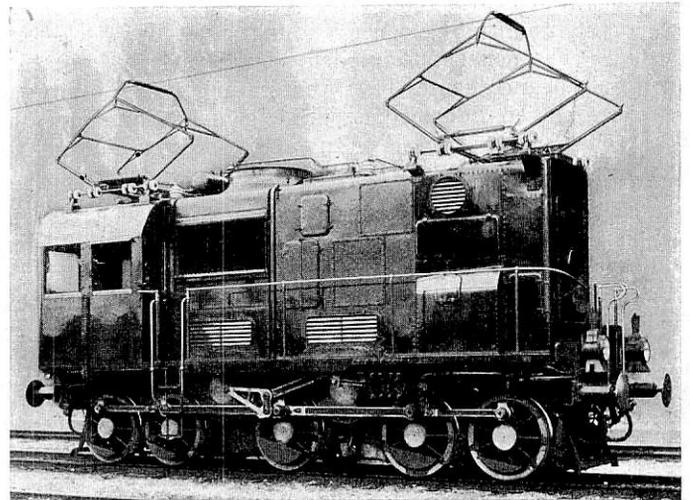


Abb. 4. Die umgebaute Probelokomotive.

Die Schaltapparate und der selbsttätige Regler wurden vereinfacht. Das Laufwerk und das Triebwerk sowie der allgemeine Aufbau der Lokomotive blieben unverändert.

Diese umgebaute Lokomotive (Abb. 4) hat nun teils mit Personenzügen bis 560 t Gewicht und teils mit Güterzügen bis 1450 t Gewicht rund 20000 km ohne nennenswerte Störungen zurückgelegt, wobei Tagesleistungen bis 300 km erreicht wurden, was mit Rücksicht auf die Kürze der Probestrecke (15 km) und auf die bescheidene Höchstgeschwindigkeit (66 km/Std.) sehr beachtenswert ist (Abb. 5). Die kleineren Mängel die bei der ersten Hauptuntersuchung festgestellt wurden, sind zumeist Unvollkommenheiten in der Herstellung zuzuschreiben, die mit dem Wesen des Systems nichts zu tun haben und leicht zu beseitigen sind.

### Elektrisierung der Hauptlinie Budapest—Hegyeshalom.

Auf Grund dieser zufriedenstellenden Erfahrungen und mit Rücksicht darauf, daß die nötigen finanziellen Mitteln aus der weiter unten erwähnten englischen Anleihe zur Verfügung standen, faßten die Staatsbahnen im Dezember 1928 den Entschluß, an ihre erste großzügige Elektrisierung, nämlich an die Elektrisierung der Hauptlinie Budapest-Ost—Hegyeshalom Reichsgrenze (Wien) heranzutreten.

Die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen dieses Planes wurden vom Verfasser bereits im Jahre 1923 klargelegt. Die Untersuchung der Verhältnisse der

Elektrizitätswirtschaft Rumpf-Ungarns, die in ihrer Entwicklung etwas zurückgeblieben war, führte nämlich zu dem Ergebnis, daß die Errichtung einer großen modernen mit Abfallkohle betriebenen Überlanddampfzentrale in der Umgebung eines Braunkohlen- oder Lignitlagers von Westungarn, als erster Schritt zur Rationalisierung, dringend geboten ist\*). Dieses Kraftwerk soll die Abstellung einiger unwirtschaftlich arbeitender veralteter Zentralen von Budapest ermöglichen und sowohl die Hauptstadt als auch einen entsprechenden Teil Westungarns mit billiger elektrischer Energie versorgen und hierbei die sparsame Ausnutzung minderwertiger Brennstoffe fördern. Die Überlegungen zeigten, daß nur im Anschluß an ein solches Überlandwerk die wirtschaftliche Möglichkeit der Elektrisierung der Linie Budapest—Hegyeshalom gegeben war, da die Bahn aus der großen, mit Licht- und Industriestrom gut belasteten Zentrale als einfacher Großabnehmer den Strom verhältnismäßig billig beziehen konnte und von den Anlagekosten des Kraftwerkes und der Kraftübertragungsanlagen nur den ihrem wirklichen Stromverbrauch entsprechenden Anteil in den Stromkosten auf sich nehmen mußte.

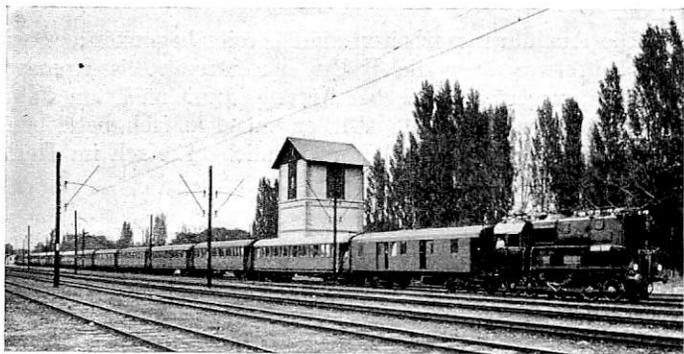


Abb. 5. Die Probelokomotive in der Station Alag mit einem Schnellzug von 560 t.

Zur Verwirklichung dieses großzügigen Planes wurden im Mai 1928 zwei englische Anleihen im Nominalwert von insgesamt 2,3 Millionen Pfund Sterling von der hierzu gegründeten Magyar Dunántúli Villamossági r. t. (Ungarische Transdanubische Elektrizitäts-A.-G.) aufgenommen und die Durchführung folgender Arbeiten beschlossen:

- a) der Bau eines Dampfkraftwerkes von rund 90000 PS Leistungsfähigkeit;
- b) die Errichtung von rund 180 km 100000 Volt-Fernleitung und von drei städtischen Unterwerken und zwar je eines in Budapest, Győr und Moson—Magyaróvár;
- c) die Elektrisierung der 192 km langen Hauptlinie Budapest—Hegyeshalom der Staatsbahnen mit rund 500 km Fahrleitung, vier Bahnunterwerken und 42 elektrischen Lokomotiven.

Nach entsprechenden Vorarbeiten und nach gründlicher Erwägung aller Gesichtspunkte wurde als Ort des Kraftwerkes Bánhida bestimmt, längs der zu elektrisierenden Strecke in der Luftlinie 52 km von Budapest entfernt, am westlichen Rand des großen Tataer Kohlenbezirks (Abb. 1). Das Kraftwerk wird mit Hilfe einer  $5\frac{1}{2}$  km langen Seilbahn mit den Gruben der Magyar Általános Kőszénbánya r. t. (Ungarische Allgemeine Kohlenbergwerk A.-G.) verbunden, aus denen es mit sog. Brennschiefer beliefert wird. Dieser minderwertige Brennstoff liegt in mächtigen Flözen unter dem hochwertigeren

\*) v. Verebely: Die Grundzüge der Energiewirtschaft in Ungarn. E. u. M. Wien 1925, Heft 45.

Braunkohlenlager und wurde bis jetzt nicht ausgebeutet. Im Kraftwerk findet er nun einen willkommenen Großabnehmer, da jährlich rund eine Viertelmillion Tonnen verbraucht werden sollen.

Das benötigte Kühl- und Speisewasser wird aus dem kleinen Bánhidaer See entnommen, an dessen Ufer das Kraftwerk errichtet wird und dessen rund 325000 m<sup>2</sup> große Oberfläche — als ein horizontal ausgebreiteter Kühlturm — zur Rückkühlung benützt wird.

Im Kesselhaus werden acht Babcock-Wilcox-Kessel von je 988 m<sup>2</sup> Heizfläche und 28 at Dampfdruck aufgestellt. Die Heizfläche der Überhitzer beträgt je 378 m<sup>2</sup>, die der Luftvorwärmer je 2100 m<sup>2</sup>. Unter jedem Kessel befinden sich zwei Kettenroste je von  $3,65 \times 4,9$  m, die speziell für die Verwendung des Brennschiefers entwickelt wurden.

Das Kraftwerk wird mit drei Turboaggregaten von je 21000 kW ausgerüstet, die Drehstrom von 50 Perioden und 10000 Volt Spannung liefern. Die Nebenbetriebe werden von einem 2500 kW Haus-Maschinensatz bedient.

Die Umspannanlage wird als Freiluftstation ausgebildet und enthält drei 22000 kVA wassergekühlte Öltransformatoren, die die rund 180 km lange 100000 Volt Fernleitung speisen. Diese führt gegen Osten nach Budapest, gegen Westen über Győr nach Moson—Magyaróvár, unweit der ungarisch-österreichischen Grenze. An diesen drei Orten wird je ein städtisches Freiluftunterwerk errichtet. Zur Speisung des elektrisierten Bahnbetriebes wird die Fernleitung an vier Stellen mittels Einphasentransformatoren angezapft und zwar in der Weise, daß zwei Bahnunterwerke an je eine Phase, und zwei Bahnunterwerke an die dritte Phase der Dreiphasenfernleitung angeschlossen werden. Hierdurch wird nach der durch die Verkehrsverhältnisse der einzelnen Streckenteile bestimmten Belastung der vier Unterwerkabschnitte eine gut ausgeglichene Verteilung der Einphasenlast auf das Drehstromnetz erzielt.

Die Bauarbeiten des Kraftwerkes und der Fernleitungsanlagen, die im Frühling vorigen Jahres begonnen wurden, sind z. Z. so weit vorgeschritten, daß die Stromlieferung gegen Budapest zu voraussichtlich Ende des Jahres 1929 aufgenommen werden kann. Die Zentrale soll zunächst 180 Millionen kWh jährlich nach außen abgeben, und zwar

100 Millionen kWh für die Hauptstadt selbst,	
30 „ „ „ „ Umgebung von Budapest,	
40 „ „ „ „ den elektrischen Bahnbetrieb,	
10 „ „ „ „ Győr und Moson und deren Umgebung.	

Gegenüber diesem sehr vorgeschrittenen Stand der Arbeiten der Krafterzeugungs- und Fernleitungsanlagen, ist die Elektrisierung der Bahn etwas zurückgeblieben. Das ist aber wohl verständlich, wenn man bedenkt, daß es sich um die Einführung eines neuen Systems auf der verkehrsreichsten und wichtigsten Linie Ungarns handelt, auf welcher alles mit erhöhter Vorsicht behandelt und bestimmt werden muß.

Die Strecke Budapest—Ost—Hegyeshalom Landesgrenze (Abb. 1) ist rund 192 km lang, durchwegs zweigleisig und mit schwerem Oberbau versehen. Der 93 km lange erste Abschnitt von Budapest bis Almásfüzitő führt über hügeliges Gelände mit langen Rampen von  $6,67\frac{0}{100}$  Steigung bzw. Gefälle und mit zahlreichen Kurven von 400 m Halbmesser. Der 99 km lange zweite Abschnitt ist eine ausgesprochene Flachlandstrecke mit höchstens  $1\frac{0}{100}$  Rampen und mit langen geraden Teilstrecken.

Nachdem die Linie derzeit die wichtigste Verbindung zwischen Ungarn und Westeuropa ist und auch durch das größte Kohlengebiet Ungarns führt, hat sie einen

starken Personen- und Güterverkehr. Ihre Jahresleistung beträgt derzeit rund 1500000 Tausend-Brutto-t/km, wovon 670000 Tausend-Brutto-t/km auf den Personenverkehr und 830000 Tausend-Brutto-t/km auf den Güterverkehr entfallen.

Zur Abwicklung des elektrischen Betriebes haben die Staatsbahnen zunächst zwei Lokomotivtypen vorgesehen, deren Bau durch die folgenden grundlegenden Daten bestimmt ist:

	Schnellzugtype	Güterzugtype
Achsfolge . . . . .	1-D-1	0-F-0
Höchster Achsdruck . . . . t	16	16
Reibungsgewicht . . . . . t	64	90
Gesamtgewicht . . . . . t	92	90
Max. Gewicht a. d. Länge . t/m	6,8	6,8
Triebraddurchmesser . . . mm	1660	1250
Geschwindigkeitsstufen . km/h	25—50—75—100	19—37—56—75

Die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven ist durch die folgenden Zugleistungen gekennzeichnet:

1. Die Schnellzuglokomotive soll einen Zug von 600 t
  - a) auf Strecken von  $6,67\%$  Steigung und 400 m Krümmungshalbmesser mit 75 km/Std. Geschwindigkeit,
  - b) auf geraden Strecken von höchstens  $1\%$  Steigung mit 100 km/Std. Geschwindigkeit befördern.

## Zur Geometrie des Laufwerkes der Eisenbahnwagen.

Von Oberinspektor Ing. Rónai, Abteilungsvorstand, Direktion der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Hierzu Tafel 25.

### A. Die Frage der führenden Achsen.

Keine der bestehenden zwischenstaatlichen und Vereinsbestimmungen enthalten Vorschriften über das Vorhandensein und die bauliche Beschaffenheit solcher Achsen, die den Wagen im Gleis führen und damit die Stellung des Wagens im Gleis geometrisch bestimmen. Es sei hier nur auf die vollendetsten aller Baubestimmungen, auf die Technischen Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebs-einrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen (TV) verwiesen.

Die in den Bestimmungen über die

- a) Einschränkungen der Breitenmaße (§ 117),
- b) Vereinslenkachsen (§§ 119, 120, 124) und
- c) Wagenlängen und Überhänge (§ 125)

angeführten „Endachsen“ wären sinngemäß dazu berufen, den Wagen im Gleis zu führen, die Lage des Wagens zu bestimmen.

Abgesehen davon, daß für die Beschaffenheit des Laufwerkes der Endachsen keine Bestimmungen bestehen, nach denen die Endachsen zugleich als „führende Achsen“ betrachtet werden könnten, kann die Benennung „Endachse“ den Begriff der „führenden Achse“ auch deshalb nicht ersetzen, weil z. Z. auch Wagen mit mehr als zwei in gemeinsamem Rahmen gelagerten Radsätzen gebaut werden, die nicht durch ihre Endachsen geführt werden.

Über Endachsen enthalten übrigens die TV folgende Bestimmungen:

1. Nach § 120 Abs. 1 müssen bei Wagen mit Vereinslenkachsen die Ansätze der Achsbüchsen der Endachsen in der mittleren Stellung der Achse, im geraden Gleis senkrecht zur Ebene des Achshalters gemessen, mindestens 5 mm von diesem abstehen.

2. Die Güterzuglokomotive soll einen Zug von 1400 t
  - a) auf Strecken von  $6,67\%$  Steigung und 400 m Krümmungshalbmesser mit 37 km/Std. Geschwindigkeit,
  - b) auf geraden Strecken mit höchstens  $1\%$  Steigung mit 56 km/Std. Geschwindigkeit und einen Zug von 800 t,
  - c) auf Strecken von  $6,67\%$  Steigung und 400 m Krümmungshalbmesser mit 56 km/Std. Geschwindigkeit befördern.

Die elektrische Ausrüstung beider Lokomotivtypen ist vollkommen identisch und nur der mechanische Aufbau wird verschieden sein. Die Lokomotiven werden nur mit einem großen Motor ausgerüstet, dessen Stundenleistung auf Grund der obigen Zugleistungen sich zu rund 2700 PS oder 2000 kW ergibt.

Die ganze Strecke wird, wie oben erwähnt, von vier Unterwerken gespeist; die durchschnittliche Länge der Speiseabschnitte beträgt demnach 48 km.

Die Fahrleitung wird als Einheitsfahrleitung mit drehbaren Auslegern und einfacher Isolation ausgeführt, deren Type vom Elektrisierungsbüro der Staatsbahnen festgelegt wurde.

Die Ausführungsarbeiten sind bereits begonnen; es wird zunächst etwas über die Hälfte der Strecke bis Komárom (106 km) ausgerüstet, die bis Anfang Juni nächsten Jahres fertiggestellt werden soll. Die ersten elektrisch betriebenen Züge dürften somit aller Wahrscheinlichkeit nach im Herbst 1930 verkehren.

Diese Bestimmung ist bindend für ein Mindestmaß des Querspieles.

2. Im § 124 Abs. 2 ist das Mindestmaß des Querspieles der Mittelachse dreiachsiger Wagen bindend festgesetzt mit der Bemerkung (Abs. 3), daß es zulässig ist, das Querspiel der Mittelachse um den Betrag des Querspieles der Endachsen zu vermindern. Und da im vorangeführten § 120 für das Querspiel der Endachsen kein Höchstmaß festgesetzt ist, ist es statthaft, dieses so zu bemessen, daß es so groß oder sogar größer ist, als das für die Mittelachse vorgeschriebene Querspiel, so daß die Mittelachse sogar ohne Querspiel eingebaut werden könnte.

Ein solcher Wagen hätte nur eine bestimmte führende Achse: die Mittelachse. Dagegen wäre die zweite unbestimmt: entweder die eine oder die andere Endachse. Der Wagen hätte keine bestimmte Führung, sondern würde um die Mittelachse pendeln. Für diesen Wagen dürften die Bestimmungen des § 117 für die Einschränkung der Breitenmaße nicht wörtlich verwendet werden und müßte bei der Berechnung derselben für den Achsstand der Abstand der Mittelachse von der Endachse und für den einen Überhang die halbe Wagenlänge (!) angenommen werden.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß für die Berechnung der Wagenlängen und Überhänge die gesamte Querverschiebung der Endachsen gegen die Wagenmitte für Wagen und Drehgestelle mit 15 mm angenommen und in Rechnung gesetzt wurde. Wird den Endachsen ein größeres Querspiel gegeben, was nach obigem wohl zulässig ist, so wird das schon ohnehin von 100 mm auf 35 mm herabgesetzte Mindestmaß der Pufferüberdeckung, das für die Berechnung der Überhänge und der Puffertellerdurchmesser zugrunde gelegt wurde, nicht mehr gesichert.

Es ist zweifellos ein grundsätzlicher Fehler, derartig wichtige bindende Bestimmungen, wie die oben unter a bis c angeführten, auf so unstimmgige Annahmen aufzubauen und bindende Maße festzusetzen, ohne jene Annahmen bindend vorzuschreiben, auf Grund deren die Berechnung der Maße und die Aufstellung der Bestimmungen erfolgte.

Nach obigem ist es unumgänglich erforderlich, Bestimmungen zu treffen, nach denen:

Zwei und nur zwei Achsen der Wagen und Drehgestelle zur Festlegung der geometrischen Stellung und zur Führung des Wagens oder des Drehgestelles im Gleis als führende Achsen gekennzeichnet werden, deren Querverschiebbarkeit genau mit der Angabe von Höchstmaßen bindend festgesetzt wird.

### B. Querspiel der Zwischen- und Außenachsen.

Die außer den führenden Achsen vorhandenen Achsen der Wagen sind nur berufen, den auf sie entfallenden Gewichtsanteil des Wagens zu tragen, dürfen aber die durch die führenden Achsen bewirkte Einstellung des Wagens im Gleis nicht hindern, sie müssen sich vielmehr im Gleis so bewegen, daß ihr wagrechter Spurkranzdruck möglichst klein ist, um die Inanspruchnahme des Oberbaues und den Laufwiderstand durch Klemmen des Wagens im Gleis nicht zu erhöhen.

Um diese Schmiegsamkeit der Wagen zu sichern, muß solchen in dem gemeinsamen Rahmen eingebauten weiteren Achsen eine Verschiebungsmöglichkeit aus der Mittelstellung quer zur Längsachse des Wagens gegeben werden.

Diese weiteren Achsen können entweder zwischen den führenden Achsen oder außerhalb des festen Achsstandes gelagert werden und werden in den nachstehenden Berechnungen, je nach ihrer Lage, als Zwischenachsen oder Außenachsen bezeichnet.

Es bedeutet außerdem (siehe nachfolgende Abbildungen):	
$q_i$	das Querspiel einer zwischen den führenden Achsen I und II gelagerten Zwischenachse J aus der Mittelstellung;
$q_a$	das Querspiel einer außerhalb der Achsen I und II gelegenen Außenachse A aus der Mittelstellung;
R	den Bogenhalbmesser;
$2\sigma_I$ und $2\sigma_{II}$	den ganzen Spielraum der führenden Achsen I und II im Gleis;
$2\sigma_i$	den ganzen Spielraum der Zwischenachse J im Gleis;
$2\sigma_a$	den ganzen Spielraum der Außenachse A im Gleis;
a	den Achsstand der führenden Achsen;
n	den Abstand der Achse J oder A von der näher gelegenen führenden Achse.

Einleitend muß hier über die anzunehmenden Werte von  $\sigma$  folgendes aufgeklärt werden:

Das jeweilige Maß von  $\sigma$  hängt von der Spurweite des Gleises und von der Abnutzung der Spurkränze ab.

Es muß für die Berechnungen angenommen werden, daß die Spurkränze der Radsätze eines und desselben Wagens verschieden abgenutzt werden können und im äußersten Falle ist es möglich, daß unter den Radsätzen eines Wagens sowohl ganz neue, als auch vollabgenutzte Spurkränze vorkommen. Will man das größtmögliche Querspiel der Achsen J und A festsetzen, so darf nicht mit demselben Werte für  $\sigma$  gerechnet werden, sondern muß entweder  $\sigma_{\max}$  oder  $\sigma_{\min}$  in Rechnung gesetzt werden.

Unter  $\sigma_{\max}$  und  $\sigma_{\min}$  sind jedoch bei den Berechnungen nur die Relativ-Maxima und Relativ-Minima zugrunde zu

legen, d. h. für einen Wagen kann nur ein und dieselbe Spurweite angenommen werden, da die Spurweite für die Länge des Wagens als gleichbleibend angenommen werden kann. (Es kann für  $\sigma_{\max}$  nicht die zulässig breiteste Spur von 1,470 m und für  $\sigma_{\min}$  die Regelspur von 1,435 m für denselben Wagen in Rechnung gesetzt werden.)

Bei den Berechnungen wird man die Werte  $\sigma_{\max}$  und  $\sigma_{\min}$  sowohl für die Regelspur von 1,435 m, als auch für die zulässig breiteste Spur von 1,470 m benötigen.

Der Wert von  $\sigma$  ergibt sich aus der Formel

$$2\sigma = 2\sigma' + 2\sigma'' + 2\sigma''',$$

in welcher Gleichung

$2\sigma'$  das Gesamtquerspiel der neuen Spurkränze in der Regelspur,

$2\sigma''$  die Gesamtabnutzung der beiden Spurkränze eines Radsatzes und

$2\sigma'''$  die Spurerweiterung und die Gesamtabnutzung der beiden Schienen bedeutet.

Aus dieser Formel:

$$\sigma = \sigma' + \sigma'' + \sigma'''$$

und da, wie bekannt,  $\sigma' = 0,0055$  m ein feststehendes Maß ist, folgt:

$$\sigma = 0,0055 + \sigma'' + \sigma'''.$$

Aus diesen Formeln ergeben sich:

a) Die Werte von  $\sigma_{\min}$  und  $\sigma_{\max}$  in der Regelspur von 1,435 m, wenn also

$$\sigma''' = 0.$$

a)  $\sigma_{\min} = 0,0055 + \sigma''_{\min} + 0$ , und da für neue Radreifen  $\sigma''_{\min} = 0$  ist wird

$$\sigma_{\min} = \sigma' = 0,0055 \text{ m.}$$

b) Weiter ergibt sich:

$\sigma_{\max} = 0,0055 + \sigma''_{\max} + 0$ , und da für voll abgenutzte Radreifen

$$\sigma''_{\max} = \frac{1,426 - 1,410}{2} = 0,008 \text{ m}$$

ist, erhalten wir

$$\sigma_{\max} = 0,0055 + 0,008 = 0,0135 \text{ m.}$$

$\beta$ ) Die Werte von  $\sigma_{\min}$  und  $\sigma_{\max}$  in der bis zur zulässigen Grenze nach § 2 Abs. 2 der TV erweiterten Spur von 1,470 m, wenn also

$$\sigma''' = \frac{1,470 - 1,435}{2} = 0,0175 \text{ m,}$$

ergeben sich zu:

a)  $\sigma_{\min} = 0,0055 + \sigma''_{\min} + 0,0175$ , und da für neue Radreifen  $\sigma''_{\min} = 0$  ist, wird

$$\sigma_{\min} = 0,023 \text{ m.}$$

b)  $\sigma_{\max} = 0,0055 + \sigma''_{\max} + 0,0175$  und da für voll-abgenutzte Radreifen wie oben berechnet wurde,  $\sigma''_{\max} = 0,008$  m ist, ergibt sich für

$$\sigma_{\max} = 0,0055 + 0,008 + 0,0175 = 0,031 \text{ m.}$$

Wird nun der Grundsatz beibehalten, daß für die Berechnungen der ungünstigste Fall anzunehmen ist, so ist für die Berechnung der Werte  $q_i$  der Sehnenlauf, als eine in der Wirklichkeit mögliche Stellung und für die Werte  $q_a$  der Spießgang zugrunde zu legen, wie dies bei der Berechnung der Breiteneinschränkungen nach der TE angenommen wurde.

Werden dagegen für den Vorgang die Berechnungsgrundlagen der TV (Ausgabe 1909) der Breiteneinschränkungen der zwei- und dreiachsigen Wagen angenommen, so sind auch die Werte  $q_i$  für spießgängig laufende Wagen zu errechnen.

1. Ermittlung der Werte  $q_i$  (Querspiel der Zwischenachsen).

a) Sehnenlauf an der inneren Schiene (Textabb. 1).

$$q_i = \frac{an - n^2}{2R} - \sigma_i + \frac{a - n}{a} \sigma_{II} + \frac{n}{a} \sigma_I;$$

$q_i$  wird für gegebene Werte von  $a$ ,  $n$  und  $R$  dann am größten, wenn  $\sigma_I = \sigma_{II} = \sigma_{\max}$  und  $\sigma_i = \sigma_{\min}$  ist.

Mit Einsetzen dieser Werte wird:

$$q_i = \frac{an - n^2}{2R} + (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}).$$

In der Regelspur ist:

$$E' = \sigma'_{\max} - \sigma'_{\min} = 0,008 \text{ m,}$$

in der erweiterten Spur ist:

$$E'' = \sigma''_{\max} - \sigma''_{\min} = 0,008 \text{ m,} = E'$$

demnach ergibt sich für den Sehnlenlauf:

$$q_i = \frac{an - n^2}{2R} + 0,008 \dots \dots \dots J$$

unabhängig davon, ob der Wagen in Regelspur oder in erweiterter Spur läuft.

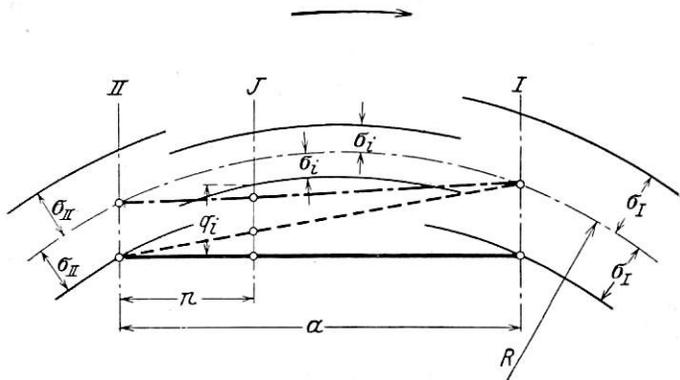


Abb. 1.

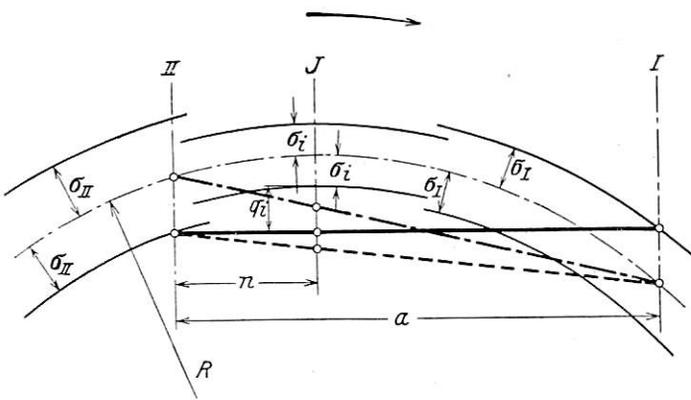


Abb. 2.

Die mittels dieser Gleichung für den Bogenhalbmesser von 180 m errechneten Werte von  $q_i$  können für die gegebenen Werte von  $a$  und  $n$  den Schaulinien auf Taf. 25, Abb. 1 entnommen werden.

Der Höchstwert von  $q_i$  für gegebene Werte von  $a$  und  $R$  ist dort zu suchen, wo

$$\begin{aligned} \frac{d}{dn} q_i &= 0 \\ \frac{a - 2n}{2R} &= 0 \\ (n) &= \frac{a}{2}, \end{aligned}$$

also in der Mitte zwischen den führenden Achsen, und der jeweilige Höchstwert ist:

$$q_{i \max} = \frac{a^2}{8R} + 0,008 \dots \dots \dots J_{\max}$$

Die geometrische Stelle dieser Maxima wird durch die Umhüllungsparabel der Geraden dargestellt.

b) Spießgang (Textabb. 2):

$$q_i = \frac{an - n^2}{2R} - \sigma_i + \frac{a - n}{a} \sigma_{II} - \frac{n}{a} \sigma_I;$$

$q_i$  wird für gegebene Werte von  $a$ ,  $n$  und  $R$  dann am größten, wenn

$$\begin{aligned} \sigma_{II} &= \sigma_{\max} \\ \sigma_I = \sigma_i &= \sigma_{\min} \text{ ist.} \end{aligned}$$

Nach Einsetzen dieser Werte wird:

$$q_i = \frac{an - n^2}{2R} + (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) - \frac{n}{a} (\sigma_{\max} + \sigma_{\min}).$$

In der Regelspur wird der Ausdruck

$$E' = \sigma'_{\max} - \sigma'_{\min} - \frac{n}{a} (\sigma'_{\max} + \sigma'_{\min}) = 0,008 - 0,019 \frac{n}{a}$$

und in der erweiterten Spur von 1,470 m

$$E'' = \sigma''_{\max} - \sigma''_{\min} - \frac{n}{a} (\sigma''_{\max} + \sigma''_{\min}) = 0,008 - 0,054 \frac{n}{a}$$

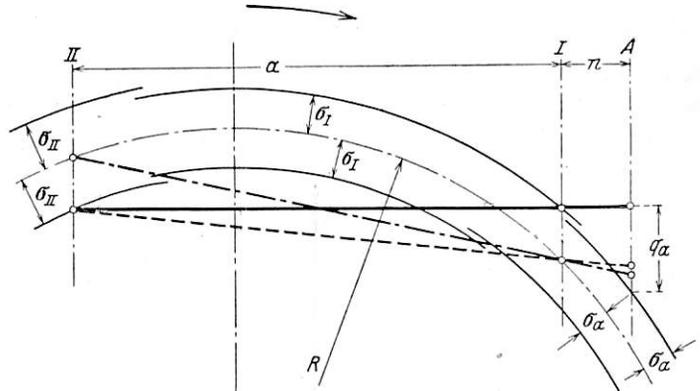


Abb. 3.

und da

$E' > E''$  ist, so ist  $E'$  der ungünstigere Fall.

Er tritt ein, wenn der Bogen regelspurig ausgeführt ist:

$$q_i = \frac{an - n^2}{2R} + 0,008 - 0,019 \frac{n}{a} \dots \dots \dots J$$

Der Höchstwert von  $q_i$  für gegebene Werte von  $a$  und  $R$  ist dort zu suchen, wo

$$\begin{aligned} \frac{d}{dn} q_i &= 0 \\ \frac{a - 2n}{2R} - \frac{0,019}{a} &= 0, \text{ d. h.} \\ [n] &= \frac{a}{2} - 0,019 \frac{R}{a} \end{aligned}$$

und

$$q_{i \max} = \frac{a^2}{8R} + \frac{0,0001805}{a^2} R - 0,0015 \dots \dots \dots J_{\max}$$

Abb. 2, Taf. 25 stellt den Zusammenhang des Querspiels der Zwischenachse mit den Achsständen  $a$  der führenden Achsen und den Abständen  $n$ , für den Halbmesser  $R = 180$  m dar.

Die Umhüllungskurve gibt die geometrischen Stellen der mittels der Formel  $J_{\max}$  angegebenen Maxima an.

Der Tafelabb. 3 ist für jeden Achsstand  $a$  der führenden Achsen, sowohl für den Sehnlenlauf, wie für den Spießgang, jener Abstand  $n$  der Zwischenachse zu entnehmen, in welchem für die Zwischenachse das größte Querspiel erforderlich ist.

2. Ermittlung der Werte  $q_a$  (Querspiel der Außenachsen). (Textabb. 3).

Hier wird nur die Spießgangstellung untersucht.

$$q_a = \frac{an + n^2}{2R} - \sigma_a + \frac{n}{a} \sigma_{II} + \frac{a + n}{a} \sigma_I$$

$q_a$  wird für gegebene Werte von  $a$ ,  $n$  und  $R$  dann am größten, wenn

$$\begin{aligned} \sigma_I = \sigma_{II} &= \sigma_{\max} \\ \text{und } \sigma_a &= \sigma_{\min} \text{ ist.} \end{aligned}$$

Nach Einsetzen dieser Werte wird

$$q_a = \frac{an + n^2}{2R} + (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) + 2 \frac{n}{a} \sigma_{\max}.$$

In der Regelspur wird der Ausdruck

$$F' = (\sigma'_{\max} - \sigma'_{\min}) + 2 \frac{n}{a} \sigma'_{\max} = 0,008 + 0,027 \frac{n}{a}$$

und in der erweiterten Spur von 1,470 m

$$F'' = (\sigma''_{\max} - \sigma''_{\min}) + 2 \frac{n}{a} \sigma''_{\max} = 0,008 + 0,062 \frac{n}{a}$$

und da:  $F'' > F'$ ,

so ergibt sich für den ungünstigeren Fall, d. i. wenn der Bogen in erweiterter Spur ausgeführt ist:

$$q_a = \frac{an + n^2}{2R} + 0,008 + 0,062 \frac{n}{a} \dots \dots \dots A.$$

Die graphische Ermittlung kann mit Hilfe der Schau-

linien der Tafelabb. 4 für den Bogenhalbmesser von  $R = 180$  m erfolgen.

Wird der äußerste Wert von  $q_a$  als Funktion des Achsstandes  $a$  gesucht, so gilt für denselben:

$$\frac{d}{da} q_a = \frac{n}{2R} - 0,062 \frac{n}{a^2} = 0$$

$$a = \sqrt{0,124 R}$$

Für  $R = 180$  m ist  $a = 4,724$  m, unabhängig von dem Werte  $n$  — und da

$$\frac{d^2}{da^2} q_a = 0,124 \frac{n}{a^3} > 0 \text{ ist,}$$

ist dieser äußerste Wert ein Minimum.

Die untersten Punkte der Linien  $n$  liegen in einer Lotrechten — und zwar entspricht diese für  $R = 180$  m dem Achsstande  $a = 4,724$  m.

### Verteilung der Masse der Treibstange auf den Kreuzkopf und Kurbelzapfen.

Von Oberingenieur **Emmerich von Kisfaludy**, Direktion der kön. ungar. Staatsbahnen.

Im Anschluß an meine im „Organ“, Jahrgang 1928, Heft 1, Seite 1 bis 7, erschienene Abhandlung, gebe und beweise ich folgende Regel für die Massenverteilung der Treibstange:

Ist für die Treibstange gegeben:

- M die gesamte Masse,
- l die Länge zwischen den zwei Zapfenmitten,
- s die Entfernung des Schwerpunktes von Kurbelzapfenmitte,
- $\Theta$  das Trägheitsmoment, bezogen auf die durch den Schwerpunkt gehende und auf der Bewegungsebene der Treibstange senkrechte Achse, so ist:

I. die auf den Kurbelzapfen entfallende Masse:

$$M_F = M \frac{(l-s)^2}{l^2} + \frac{\Theta}{l^2} \dots \dots \dots 1)$$

II. die auf den Kreuzkopf entfallende Masse:

$$M_{K'} = M - M_F \dots \dots \dots 2)$$

Die nach dieser Regel auf den Kurbelzapfen und Kreuzkopf verteilten Massen  $M_F$  und  $M_{K'}$  beanspruchen den Kurbelzapfen mit den annähernd oder genau gleichen Kräften, wie die unverteilte Masse der Treibstange.

Nach meiner früheren Abhandlung entfällt:

1. auf den Kurbelzapfen:

a) die reelle konstante Masse

$$M_F = \frac{M(l-s)^2}{l^2} + \frac{\Theta}{l^2}$$

b) die ideelle veränderliche Masse

$$M_{F^v} = \left[ M - \frac{\Theta}{s} \cdot \frac{1}{(l-s)} \right] \frac{(l-s)s}{l^2} \mu = M^v \mu \dots \dots 3)$$

mit:

$$\left[ M - \frac{\Theta}{s} \cdot \frac{1}{(l-s)} \right] \frac{(l-s)s}{l^2} = M^v \dots \dots 4)$$

2. auf den Kreuzkopf:

a) die reelle konstante Masse

$$M_K = \frac{Ms^2}{l^2} + \frac{\Theta}{l^2} \dots \dots \dots 5)$$

b) die ideelle veränderliche Masse

$$M_{K^v} = \left[ M - \frac{\Theta}{s} \cdot \frac{1}{(l-s)} \right] \frac{(l-s)s}{l^2} \nu = M^v \nu \dots \dots 6)$$

Hierbei ist:

$$M = M_F + M_K + 2M^v; \dots \dots \dots 7)$$

ferner sind:

$$\mu = \frac{\lambda \cos \alpha \cdot \cos \beta + \lambda^2 \cos 2\alpha + \frac{\lambda^4 \sin^2 2\alpha}{4 \cos^3 \beta}}{\cos^2 \beta + \lambda \cos \alpha \cdot \cos \beta} \dots \dots 8)$$

$$\nu = \frac{\frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha}{\cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2\alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2\alpha}{4 \cos^3 \beta}} \dots \dots \dots 9)$$

mit der Kurbelstellung veränderliche Größen. Die Größe  $\lambda$  ist das Verhältnis von Kurbelhalbmesser zur Treibstangenlänge:  $\lambda = \frac{r}{l}$ ; die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  sind aus Abb. 1 ersichtlich.

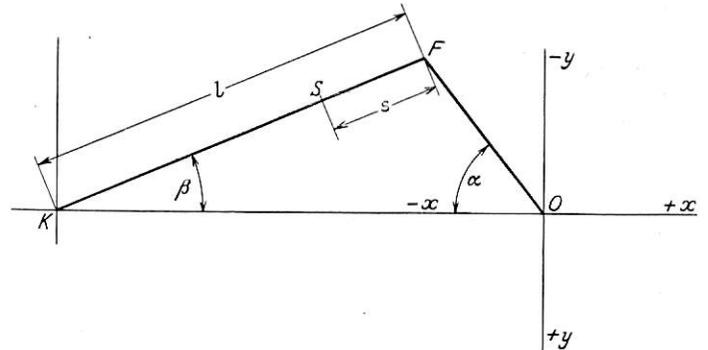


Abb. 1.

Die reelle konstante Masse  $M_F$  läßt sich ohne weiteres auf den Kurbelzapfen, die reelle konstante Masse  $M_K$  auf den Kreuzkopf verlegen.

Die ideellen veränderlichen Massen  $M_{F^v}$  und  $M_{K^v}$  verteile ich nach folgender Überlegung: Eine sich mit gleichmäßiger Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  drehende Kurbel vom Halbmesser  $r$  erzeugt: am Kurbelzapfen die Beschleunigung:  $\omega^2 r$  und am Kreuzkopf die Beschleunigung:

$$\omega^2 r \left( \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2\alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2\alpha}{4 \cos^3 \beta} \right).$$

Diese Beschleunigungen mit  $M_{F^v}$  und  $M_{K^v}$  multipliziert ergeben die Kräfte, welche die ideellen veränderlichen Massen hervorrufen — und zwar am Kurbelzapfen die Kraft:

$$P_{F^i} = M^v \mu \omega^2 r \dots \dots \dots 10)$$

und am Kreuzkopf die Kraft:

$$P_{K^i} = M^v \nu \omega^2 r \left( \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2\alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2\alpha}{4 \cos^3 \beta} \right) \dots 11)$$

Beide Kräfte werden auf diese ideellen veränderlichen Massen von außen wirkend angenommen.

Die Kraft am Kurbelzapfen liegt in jeder Stellung der Kurbel in der Richtung des Kurbelarmes, während die Kraft am Kreuzkopf immer in die Richtung O — K fällt.

Zahlentafel 1. Werte von  $\varphi_1$ .

Kurbel- winkel °	$\lambda = 1/4$	$\lambda = 1/5$	$\lambda = 1/6$	$\lambda = 1/7$	$\lambda = 1/8$	$\lambda = 1/9$	$\lambda = 1/10$
0, 180, 360	0	0	0	0	0	0	0
+ 15, 345	$\pm 0,0626$	$\pm 0,0504$	$\pm 0,0417$	$\pm 0,0357$	$\pm 0,0313$	$\pm 0,0278$	$\pm 0,0250$
+ 30, 330	$\pm 0,1092$	$\pm 0,0871$	$\pm 0,0724$	$\pm 0,0620$	$\pm 0,0542$	$\pm 0,0482$	$\pm 0,0433$
+ 45, 315	$\pm 0,1270$	$\pm 0,1010$	$\pm 0,0839$	$\pm 0,0718$	$\pm 0,0627$	$\pm 0,0557$	$\pm 0,0501$
+ 60, 300	$\pm 0,1109$	$\pm 0,0879$	$\pm 0,0729$	$\pm 0,0624$	$\pm 0,0544$	$\pm 0,0483$	$\pm 0,0435$
+ 75, 285	$\pm 0,0644$	$\pm 0,0510$	$\pm 0,0422$	$\pm 0,0361$	$\pm 0,0315$	$\pm 0,0279$	$\pm 0,0251$
+ 90, 270	0	0	0	0	0	0	0
+105, 255	$\mp 0,0644$	$\mp 0,0510$	$\mp 0,0422$	$\mp 0,0361$	$\mp 0,0315$	$\mp 0,0279$	$\mp 0,0251$
+120, 240	$\mp 0,1109$	$\mp 0,0879$	$\mp 0,0729$	$\mp 0,0624$	$\mp 0,0544$	$\mp 0,0483$	$\mp 0,0435$
+135, 225	$\mp 0,1270$	$\mp 0,1010$	$\mp 0,0839$	$\mp 0,0718$	$\mp 0,0627$	$\mp 0,0557$	$\mp 0,0501$
+150, 210	$\mp 0,1092$	$\mp 0,0871$	$\mp 0,0724$	$\mp 0,0620$	$\mp 0,0542$	$\mp 0,0482$	$\mp 0,0433$
+165, 195	$\mp 0,0626$	$\mp 0,0504$	$\mp 0,0417$	$\mp 0,0357$	$\mp 0,0313$	$\mp 0,0278$	$\mp 0,0250$

Zahlentafel 2. Werte von  $\varphi_2$ .

0, 270	-1,2500	-1,2000	-1,1667	-1,1429	-1,1250	-1,1111	-1,1000
15, 345	-1,1840	-1,1400	-1,1129	-1,0900	-1,0744	-1,0623	-1,0528
30, 330	-0,9950	-0,9681	-0,9505	-0,9381	-0,9290	-0,9220	-0,9163
45, 315	-0,7411	-0,7091	-0,7083	-0,7078	-0,7076	-0,7075	-0,7074
60, 300	-0,3750	-0,4000	-0,4167	-0,4284	-0,4375	-0,4445	-0,4500
75, 285	-0,0366	-0,0826	-0,1128	-0,1340	-0,1498	-0,1620	-0,1718
90, 270	+0,2580	+0,2040	+0,1690	+0,1443	+0,1260	+0,1118	+0,1006
105, 255	+0,4890	+0,4350	+0,4048	+0,3836	+0,3678	+0,3556	+0,3459
120, 240	+0,6250	+0,6000	+0,5833	+0,5715	+0,5625	+0,5555	+0,5500
135, 225	+0,7031	+0,7051	+0,7059	+0,7064	+0,7066	+0,7067	+0,7069
150, 210	+0,7370	+0,7640	+0,7815	+0,7940	+0,8031	+0,8101	+0,8157
165, 195	+0,7478	+0,7918	+0,8189	+0,8419	+0,8574	+0,8695	+0,8791
180	+0,7500	+0,8000	+0,8333	+0,8571	+0,8750	+0,8889	+0,9000

Zahlentafel 3. Werte von  $\varphi_3$ .

0, 180, 360	0	0	0	0	0	0	0
+ 15, 345	$\pm 0,0768$	$\pm 0,0592$	$\pm 0,0481$	$\pm 0,0403$	$\pm 0,0347$	$\pm 0,0306$	$\pm 0,0274$
+ 30, 330	$\pm 0,1255$	$\pm 0,0974$	$\pm 0,0796$	$\pm 0,0672$	$\pm 0,0582$	$\pm 0,0514$	$\pm 0,0459$
+ 45, 315	$\pm 0,1276$	$\pm 0,1013$	$\pm 0,0842$	$\pm 0,0719$	$\pm 0,0628$	$\pm 0,0558$	$\pm 0,0502$
+ 60, 300	$\pm 0,0795$	$\pm 0,0704$	$\pm 0,0608$	$\pm 0,0535$	$\pm 0,0476$	$\pm 0,0430$	$\pm 0,0392$
+ 75, 285	$\pm 0,0091$	$\pm 0,0163$	$\pm 0,0184$	$\pm 0,0187$	$\pm 0,0182$	$\pm 0,0175$	$\pm 0,0167$
+ 90, 270	$\mp 0,0667$	$\mp 0,0416$	$\mp 0,0286$	$\mp 0,0208$	$\mp 0,0159$	$\mp 0,0125$	$\mp 0,0101$
+105, 255	$\mp 0,1198$	$\mp 0,0856$	$\mp 0,0660$	$\mp 0,0534$	$\mp 0,0447$	$\mp 0,0383$	$\mp 0,0335$
+120, 240	$\mp 0,1388$	$\mp 0,1056$	$\mp 0,0851$	$\mp 0,0712$	$\mp 0,0612$	$\mp 0,0537$	$\mp 0,0478$
+135, 225	$\mp 0,1263$	$\mp 0,1007$	$\mp 0,0838$	$\mp 0,0718$	$\mp 0,0626$	$\mp 0,0557$	$\mp 0,0502$
+150, 210	$\mp 0,0930$	$\mp 0,0769$	$\mp 0,0654$	$\mp 0,0569$	$\mp 0,0505$	$\mp 0,0452$	$\mp 0,0409$
+165, 195	$\mp 0,0485$	$\mp 0,0411$	$\mp 0,0354$	$\mp 0,0312$	$\mp 0,0278$	$\mp 0,0250$	$\mp 0,0228$

Zahlentafel 4. Werte von  $\varphi_4$ .

0, 180, 360	0	0	0	0	0	0	0
+ 15, 345	$\mp 0,0142$	$\mp 0,0088$	$\mp 0,0064$	$\mp 0,0046$	$\mp 0,0034$	$\mp 0,0028$	$\mp 0,0024$
+ 30, 330	$\mp 0,0163$	$\mp 0,0103$	$\mp 0,0072$	$\mp 0,0052$	$\mp 0,0040$	$\mp 0,0032$	$\mp 0,0026$
+ 45, 315	$\mp 0,0006$	$\mp 0,0003$	$\mp 0,0003$	$\mp 0,0001$	$\mp 0,0001$	$\mp 0,0001$	$\mp 0,0001$
+ 60, 300	$\mp 0,0314$	$\mp 0,0175$	$\mp 0,0121$	$\mp 0,0089$	$\mp 0,0068$	$\mp 0,0053$	$\mp 0,0043$
+ 75, 285	$\pm 0,0553$	$\pm 0,0347$	$\pm 0,0238$	$\pm 0,0174$	$\pm 0,0133$	$\pm 0,0104$	$\pm 0,0084$
+ 90, 270	$\pm 0,0667$	$\pm 0,0416$	$\pm 0,0286$	$\pm 0,0208$	$\pm 0,0159$	$\pm 0,0125$	$\pm 0,0101$
+105, 255	$\pm 0,0554$	$\pm 0,0346$	$\pm 0,0238$	$\pm 0,0173$	$\pm 0,0132$	$\pm 0,0104$	$\pm 0,0084$
+120, 240	$\pm 0,0279$	$\pm 0,0177$	$\pm 0,0122$	$\pm 0,0088$	$\pm 0,0068$	$\pm 0,0054$	$\pm 0,0043$
+135, 225	$\mp 0,0007$	$\mp 0,0003$	$\mp 0,0001$	$\mp 0,0000$	$\mp 0,0000$	$\mp 0,0000$	$\mp 0,0001$
+150, 210	$\mp 0,0162$	$\mp 0,0102$	$\mp 0,0070$	$\mp 0,0051$	$\mp 0,0037$	$\mp 0,0030$	$\mp 0,0024$
+165, 195	$\mp 0,0141$	$\mp 0,0089$	$\mp 0,0063$	$\mp 0,0045$	$\mp 0,0035$	$\mp 0,0028$	$\mp 0,0022$

Die positive Richtung der betrachteten Kräfte ist nach Annahme am Kurbelzapfen die Richtung  $F - O$ , am Kreuzkopf die Richtung  $K - O$ .

Um über die Wirkung der Kräfte  $P_F^i$  und  $P_K^i$  einen Aufschluß zu bekommen, sind die Kräfte, die auf die Führungspunkte  $F$  und  $K$  der Treibstange wirken, zu bestimmen.

Wir nehmen nach Abb. 1 ein Koordinatensystem  $XY$  mit dem Ursprung  $O$  an und bestimmen die parallel zu den Koordinatenachsen auftretenden Kräfte, welche auf den Führungspunkt  $F$  (Kurbelzapfen) wirken.

Die am Führungspunkt  $K$  (Kreuzkopf) zur Kreuzkopfführung senkrecht, also zur  $Y$ -Achse parallel wirkenden Kräfte kommen nicht in Betracht, da sie nicht auf den Kurbelzapfen wirken und sie daher im Sinne meiner nach Gleichung 2) gemachten Erklärung nicht in den Rahmen meiner Untersuchung fallen.

Die gesuchten Kräfte können ohne weiteres bestimmt werden:

Auf den Führungspunkt  $F$  wirkt:

a) parallel zur  $X$ -Achse die Kraft:

$$P_X^F = -P_F^i \cos \alpha - P_K^i = M^v \omega^2 r \left( \mu \cos \alpha + \frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha \right) \dots 12)$$

b) parallel zur  $Y$ -Achse die Kraft:

$$P_Y^F = -P_F^i \sin \alpha + P_K^i \operatorname{tg} \beta = -M^v \omega^2 r \left[ \mu \sin \alpha - \left( \frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha \right) \operatorname{tg} \beta \right] \dots 13)$$

Die Gleichungen für  $P_X^F$  und  $P_Y^F$  entwickle ich weiter:

$$\begin{aligned} \text{a) } P_X^F &= -M^v \omega^2 r \left( \mu \cos \alpha + \frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha \right) = \\ &= -M^v \omega^2 r \left( 2 \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2 \alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^3 \beta} \right) = \\ &= -M^v \omega^2 r \left( \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2 \alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^3 \beta} \right) - M^v \omega^2 r \cos \alpha \dots 14) \end{aligned}$$

$$\text{da: } \mu \cos \alpha + \frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha = \mu \left( \cos \alpha + \frac{\cos \beta}{\lambda} \right) + \cos \alpha$$

und nach Gleichung 8):

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{\lambda \cos \alpha \cos \beta + \lambda^2 \cos 2 \alpha + \frac{\lambda^4 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^2 \beta}}{\cos^2 \beta + \lambda \cos \alpha \cos \beta} = \\ &= \frac{\cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2 \alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^3 \beta}}{\frac{\cos \beta}{\lambda} + \cos \alpha} \end{aligned}$$

ist.

$$\begin{aligned} \text{b) } P_Y^F &= -M^v \omega^2 r \left[ \mu \sin \alpha - \left( \frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha \right) \operatorname{tg} \beta \right] = \\ &= +M^v \omega^2 r \lambda \frac{\sin 2 \alpha}{2 \cos \beta} = M^v \omega^2 r \varphi_1 \dots 15) \end{aligned}$$

da bei der bestehenden Beziehung  $\sin \beta = \lambda \sin \alpha$  der Ausdruck:

$$\begin{aligned} \mu \sin \alpha - \left( \frac{\mu}{\lambda} \cos \beta + \cos \alpha \right) \operatorname{tg} \beta &= \mu \left( \sin \alpha - \frac{\sin \beta}{\lambda} \right) - \\ &- \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta = -\cos \alpha \operatorname{tg} \beta = -\lambda \frac{\sin 2 \alpha}{2 \cos \beta} \end{aligned}$$

wird und ich für den Ausdruck  $\lambda \frac{\sin 2 \alpha}{2 \cos \beta} \dots \varphi_1$  setze.

Die Zahlenwerte für  $\varphi_1$  sind in der Zahlentafel 1 S. 358 für  $\lambda = \frac{1}{4} - \frac{1}{10}$  gegeben:

Mit den Gleichungen 14) und 15) sind die auf den Führungspunkt  $F$  der Treibstange (Kurbelzapfen) wirkenden, durch die ideellen veränderlichen Massen hervorgerufenen Kräfte bestimmt.

Eine am Kreuzkopf angebracht gedachte reelle konstante Masse von der Größe  $M^v$  würde am Kurbelzapfen folgende, nach der  $X$ - und  $Y$ -Achse zerlegte Kräfte hervorrufen:

$$\begin{aligned} P_X^{F'} &= -M^v \omega^2 r \left( \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2 \alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^3 \beta} \right) = \\ &= +M^v \omega^2 r \varphi_2 \dots 16) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_Y^{F'} &= M^v \omega^2 r \left( \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2 \alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^3 \beta} \right) \operatorname{tg} \beta = \\ &= M^v \omega^2 r \varphi_3 \dots 17) \end{aligned}$$

Der Unterschied in der Größe der Kräfte, welche durch die ideellen veränderlichen Massen  $M_F^v$ ,  $M_K^v$  und die am Kreuzkopf angebracht gedachte reelle konstante Masse von der Größe  $M^v$  am Kurbelzapfen hervorgerufen werden, beträgt:

$$P_X^{F''} = P_X^F - P_X^{F'} = -M^v \omega^2 r \cos \alpha \dots 18)$$

$$\begin{aligned} P_Y^{F''} &= P_Y^F - P_Y^{F'} = M^v \omega r \left[ \lambda \frac{\sin 2 \alpha}{2 \cos \beta} - \left( \cos \alpha + \lambda \frac{\cos 2 \alpha}{\cos \beta} + \frac{\lambda^3 \sin^2 2 \alpha}{4 \cos^3 \beta} \right) \operatorname{tg} \beta \right] = \\ &= M^v \omega^2 r (\varphi_1 - \varphi_3) = M^v \omega^2 r \varphi_4 \dots 19) \end{aligned}$$

Die Zahlenwerte für  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  und  $\varphi_4$  sind in den Zahlentafeln 2, 3 und 4 auf S. 358 für  $\lambda = \frac{1}{4} - \frac{1}{10}$  gegeben.

Nach Gleichung 7) ist die Masse der Treibstange  $M = M_F + M_K + 2 M^v$ ; von dieser Masse habe ich bereits  $M_F$  auf den Kurbelzapfen,  $M_K$  und  $M^v$  auf den Kreuzkopf verteilt.

Die restliche Masse  $M^v$  könnte ich als reelle konstante Masse am Kurbelzapfen angebracht denken. Sie würde nämlich am Kurbelzapfen Kräfte hervorrufen, deren Komponente in der  $X$ -Achse mit dem Größenunterschiede der Kräfte nach Gleichung 18) übereinstimmt. Ihre Komponente in der  $Y$ -Achse würde jedoch  $-M^v \omega^2 r \sin \alpha$  sein und dem Größenunterschied der Kräfte nach Gleichung 19):  $M^v \omega^2 r \varphi_4$  nicht entsprechen.

Es ist zweckmäßiger, die restliche Masse von der Größe  $M^v$  als reelle konstante Masse statt am Kurbelzapfen gleichfalls am Kreuzkopf angebracht zu denken und dabei anzunehmen, daß die durch diese restliche Masse von der Größe  $M^v$  am Kurbelzapfen hervorgerufenen Kräfte nicht durch die ihrer dynamischen Wirkung entsprechenden Gleichungen 16) und 17), sondern durch die Gleichungen 18) und 19) bestimmt sind.

Auf Grund meiner Ausführungen ist es jetzt möglich, die dynamische Wirkung der Treibstange auf den Kurbelzapfen durch Verteilung ihrer Masse nach folgender Regel genau zu erfassen:

Von der Treibstangenmasse  $M = M_F + M_K + 2 M^v$  ist die Masse  $M_F$  auf den Kurbelzapfen und die Masse  $M - M_F = M_K + 2 M^v$  auf den Kreuzkopf zu verlegen. Dabei muß die Annahme gemacht werden, daß der eine Massenteil  $M^v$  von  $2 M^v$  am Kurbelzapfen den Gleichungen 18) und 19) entsprechende Kräfte hervorruft.

Die Ausdrücke für  $M_F$ ,  $M_K$  und  $M^v$  sind in den Gleichungen 1), 5) und 4) gegeben.

Die am Kurbelzapfen durch die Treibstangenmasse hervorgerufenen Kräfte sind durch folgende, die bekannten Teilmassen  $M_F$ ,  $M_K$  und  $M^v$  enthaltende und auf ein Achsen-system nach Abb. 1 bezogene Ausdrücke bestimmt:

$$\begin{aligned} \text{Kräfte in der Richtung der } X\text{-Achse:} \\ (M_K + M^v) \omega^2 r \varphi_2 - M^v \omega^2 r \cos \alpha - M_F \omega^2 r \cos \alpha = \\ = \{ (M_K + M^v) \varphi_2 - (M_F + M^v) \cos \alpha \} \omega^2 r \dots 20) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kräfte in der Richtung der } Y\text{-Achse:} \\ (M_K + M^v) \omega^2 r \varphi_3 + M^v \omega^2 r \varphi_4 - M_F \omega^2 r \sin \alpha = \\ = \{ (M_K + M^v) \varphi_3 + M^v \varphi_4 - M_F \sin \alpha \} \omega^2 r \dots 21) \end{aligned}$$

Der zahlenmäßige Wert der Kräfte nach Gleichung 20) und 21) ist für eine gegebene Treibstange mit einer Verhältniszahl von  $\lambda = \frac{1}{4} - \frac{1}{10}$  mit Hilfe der Zahlentafeln 2, 3 und 4 leicht festzustellen.

Die angegebene Methode der Massenverteilung und Kräftebestimmung habe ich an einem Beispiel mit dem Verfahren von Mohr verglichen und damit gute Übereinstimmung gefunden. Sie hat den Vorteil, das wenig genaue zeichnerische Verfahren zur Bestimmung der Massenkräfte der Treibstange zu vermeiden.

Ich habe die Treibstangen der Lokomotiven Serie 424, 327 und 22 der k. ung. Staatseisenbahnen, welche ich als Beispiel im „Organ“, Jahrgang 1928, Heft 1, Seite 6, behandelt habe, untersucht und nach den gegebenen Regeln für diese  $M_F = 52,68\%$ ,  $52\%$  und  $54,82\%$  der ganzen

Treibstangenmasse gefunden. Es ist also die übliche Annahme von  $60\%$  ungenau.

Es liegt in der Hand des Konstrukteurs, die zu entwerfende Treibstange so zu gestalten, daß für diese  $M_V = 0$  wird. Für eine Treibstange mit  $M_V = 0$  sind die durch ihre Masse am Kurbelzapfen hervorgerufenen Kräfte durch Verteilung der Masse auf  $M_F$  und  $M_K$  schon vollkommen bestimmt.

Mein Verfahren gibt dem Konstrukteur einen Überblick über die dynamischen Eigenschaften der Treibstange; er kann sie innerhalb der möglichen Grenzen nach gewünschten dynamischen Bedingungen entwerfen.

## Das kön. ungar. Verkehrsmuseum.

Von Ministerialrat Dr. Ing. Julius von Geduly, Museumsdirektor.

Museen sind eigentlich eine Art von Katakomben: Aufbewahrungsstätten des Dahingegangenen, des Alten, des Geschichtlichen.

Aber die unüberwindliche Einwirkung, die die ungeahnte Entwicklung des Verkehrswesens auf die Umwälzung aller Betätigungen des Menschenlebens ausübte, forderte unabwendbar die Verewigung alles dessen, was auf dem Gebiete des Verkehrs fortschreitend geschehen war. So entstanden durch Zusammentragung reichen Stoffes die Verkehrsmuseen und als eines der ersten auf dem Festlande das k. ung. Verkehrsmuseum.

Museen ähneln aber auch Glashäusern, an deren Inhalt man sich ergötzt und aus denen neues Leben sprießt. Das im Museum Gesehene gibt Anregung und aus der Lernbegierde entsteht Vertiefung, fortzeugend aber Vervollkommnung und Neuerungen.

Ungarn beschloß, 1896 sein tausendjähriges Bestehen durch Veranstaltung einer großangelegten Landesausstellung zu feiern. Selbstverständlich gebührte hierbei dem Verkehrswesen ein hervorragend würdiger Platz. Die Eisenbahn — obwohl damals das jüngste Verkehrschild — bekam das größte abgesonderte Ausstellungsgebäude; die viel älteren, Jahrhunderte und Jahrtausende alten Verkehrsmittel: Straße, See- und Flußschiffahrt, Post und Telegraph ebenfalls abgesonderte Räume.

Da wurde nun alles zusammengetragen, was im Verkehrswesen an Plänen, Karten, Bildern und Modellen, auch Ur- ausführungen zu finden war und dann durch neue Zeichnungen, Bilder, graphische Darstellungen und hauptsächlich Modelle ergänzt. Schwierig war diese Sammelarbeit bei den Eisenbahnen, denn die älteren Bahnen Ungarns waren nur teilweise im Lande, teilweise auch in Österreich gelegen, es waren dies die sogenannten gemeinsamen Bahnen, deren Hauptsitz meistens Wien war. Die wertvollsten historischen Stücke befanden sich demnach in Wien und konnten nicht erworben werden. Trotz dieser Schwierigkeiten wurden viele alte Stücke von Wert aufgestöbert und in die Sammlung eingereiht. Man tat dies, besonders hinsichtlich der Eisenbahnen, schon mit der ausgesprochenen Absicht, daraus ein Museum zu schaffen, da ja die Gefahr drohte, daß vieles nach Schluß der Ausstellung wieder zerstreut würde und vielleicht für die Zukunft ganz verloren gehen könnte. Nicht nur die Staatsbahnen, sondern auch die Privatbahnen lieferten eifrig neben vorhandenen Beständen auch neue Stücke mit bedeutendem Kostenaufwand, hauptsächlich in sehr schönen und lehrreichen Modellen. Ebenso die heimischen Lokomotiv-, Wagen- und Maschinenfabriken. Dies alles im Verein mit statistischen Angaben und Bilddarstellungen gab ein sehr übersichtliches Bild über den damaligen Stand und die Fortschritte des ungarischen Eisenbahnwesens.

Der gleiche Vorgang wurde eingehalten bei Sammlung der Gegenstände des Straßenbaues, der See- und Flußschiffahrt,

der Hafengebäuden, der Flußregulierungen, des Post- und Telegraphenwesens.

Die Ausstellung all dieser gesammelten Gegenstände fand lebhaften Beifall und erweckte starke Beachtung bei den Besuchern, insbesondere in den Fachkreisen und bei der lernbegierigen Schuljugend; es drängte sich daher der Plan geradezu von selbst auf, all diese Sammlungen, die ein helles Licht



Das k. ung. Verkehrsmuseum.

warfen auf den volkswirtschaftlichen Aufschwung des Landes, zu vereinigen und für die Zukunft dauernd zu sichern.

Der damalige Handelsminister, Baron von Daniel, entschloß sich daher endgültig, ein allgemeines Verkehrsmuseum zu gründen, das zunächst in dem Eisenbahn-Ausstellungsgebäude untergebracht werden sollte.

Dieses Gebäude war aber, obwohl äußerlich monumental angelegt, doch nur für die Dauer der Ausstellung gebaut. Da auch später die Geldmittel für einen großgedachten Neubau nicht sichergestellt werden konnten, mußte das Gebäude nach und nach dauerhafter gemacht, die Mauern des Kuppelsaales mit Beton unterfangen, die Bedachung teilweise erneuert und die weichhölzernen Fußböden mit Zementplatten stückweise ausgewechselt werden. Diese Arbeiten sind auch jetzt noch nicht abgeschlossen. Leider ist das Gebäude auch nicht unterkellert und besitzt demzufolge keine entsprechenden Heizanlagen.

Die Eröffnung des Verkehrsmuseums erfolgte am 1. Mai 1899.

Das Gebäude besitzt eine überbaute Grundfläche von  $3680 \text{ m}^2$ ; die für die Sammlungen benutzbare Bodenfläche

beträgt rund 3100 m<sup>2</sup>. Der Haupteingang führt in den Kuppelsaal, der eine Bodenfläche von 640 m<sup>2</sup> hat; der Nebeneingang führt zur Längshalle, die eine Bodenfläche von 1800 m<sup>2</sup> aufweist. Außerdem stehen sieben Säle von mehr oder minder großem Umfange den Sammlungen zur Verfügung. Den Rest bilden kleine Verwaltungsräume.

Die Sammlungen, in denen ungefähr 24000 Gegenstände Aufnahme fanden, gliedern sich in fünf Hauptgruppen:

1. Eisenbahnen;
2. Fluß- und Seeschiffahrt, Hafenbauten;
3. Post- und Telegraphenwesen;
4. Straßenbau, Straßenbrücken;
5. Flugwesen.

Die Eisenbahnabteilung enthält die weitaus reichhaltigste Sammlung. Mehr als drei Viertel der gesamten Museumsgegenstände fallen in diese Gruppe.

Da sind vor allem aus den Anfangszeiten der ungarischen Eisenbahnen Übersichtskarten, welche die auf Grund des ungarischen Reichstagsgesetzes XXV vom Jahr 1832/6 im Lande zu erbauenden Eisenbahnen darstellen. Ferner: Ein Bild der im damaligen Pesth erbauten Probeseisenbahn; Bild und Modell 1:20 der ersten ungarischen Eisenbahntunnelarbeiten bei Preßburg aus den 1840er Jahren; Konzessionsurkunde der ersten ungarischen Dampfeisenbahn (ung. Zentralbahn) Pesth—Waitzen; Einladungskarte zu ihrer Eröffnung und Fahrschein dieser Bahn; Tracenkarte der Strecke Waitzen—Gran-Nána und auch der ganzen Linie Pesth—Preßburg; Karten der Entwicklung des ungarischen Eisenbahnnetzes vom Jahre 1848 an bis zur Neuzeit; Reliefkarten mehrerer schwierigen Karpathenbahnen in plastisch schöner Ausführung; alte Karten von einigen Auslandsbahnen sowie eine „Generalkarte aller in Europa vorkommenden Eisenbahnen, Straßen und Dampfschiffahrten“ aus dem Anfang der 1840er Jahre.

Wertvoll und lehrreich ist die Sammlung aller Oberbauformen der ungarischen Eisenbahnen aus der Zeit von 1838 bis 1912. Im Anschluß daran Modelle von Ausweichen und Kreuzungen, Weichensperren, Wegübersetzungen, Schranken, Prellböcken, Bahnwagen und Draisinen sowie eine Zusammenstellung von Bahnerhaltungsgeräten.

Unter den vielen tausend Gegenständen, die sich auf Bau und Betrieb der Eisenbahnen beziehen, sind manche besonders hervorzuheben: Modell des Medvés-Tunnels in den Karpathen mit sechs Querschnitten; Teile einer Schiffkornbrücke aus Gußeisen; Stücke gesprengter Eisenbahnbrücken; Modelle des Südbahnviaduktes bei Nagymarton; Modell des Abos-Viaduktes der Kaschau-Oderberger Eisenbahn; Modell des Eisenmontierungsgerüsts für den 63 m hohen Karakó-Viadukt; Modell 1:20 einer Öffnung der alten hölzernen Eisenbahnbrücke über die Theiß bei Szolnok, daneben ein schönes Modell 1:20 einer Öffnung der späteren eisernen Eisenbahnbrücke bei Szolnok; drei Übersichten über die hervorragenden Brücken, die in der Zeit von 1848 bis 1900 auf den Staatsbahnlinien gebaut wurden; Modell des beweglichen Ausbesserungsgerüsts für die Hallenbedachung im Ostbahnhof Budapest; Modelle von Arbeiterkolonien; Modelle der Stationen Fiume, Győr, Deés; Modell der Hauptwerkstätte in Ruttka; Aquarelle der Aufnahmegebäude in Budapest, Szatmár, Temesvár, Pécs, Agram, Fiume; Sammlung von Querschnitten imprägnierter Buchen- und Eichenschwellen; alte Glockensignalapparate; Modelle von Richt- und Deckungssignalen sowie von Weichenstellungs- und Blockapparaten; Modell eines Korbsignales aus den Anfangszeiten der Eisenbahnen; alter Telegraphenapparat 1847; alter Telephonapparat 1871; Modell einer artesischen Brunnenbohrung; Modelle von Pumpen, Wasserstationen, Wassertürmen, Windmotoren und Kohlenverladern; Reliefkarte der artesischen Bohrungen auf den Staatsbahnlinien; Modelle von Dampfkesselschnitten, von Lokomotivsteuerungen

(beweglich); Schmierapparate, Geschwindigkeitsmesser; verschiedene Achslager; Holzpuffer vom ersten ungarischen Hofwagen 1857; Zusammenstellung verschiedener Tür- und Fensterverschlüsse; Sammlung alter Wagenlampen; Modell der Wagenbeleuchtung, der Lüftung und Beheizung; Windmesser aus dem Jahre 1880; schöne Prunkmöbel des ersten ungarischen Hofwagens der Theißbahn aus den 1850er Jahren; Modelle für selbsttätige Wagenkupplung; bewegliches Modell und Plan der Dampffähre über die Donau zwischen Gombos und Erdöd, wohl der ersten auf dem Festlande, an deren Stelle später eine Brücke erbaut wurde; prächtiges Modell 1:5 einer Eisenbahnreparaturwerkstätte mit den verschiedensten maschinellen Einrichtungen (elektrisch beweglich); reichhaltige Sammlung von Werkstätten-Lehrlingsarbeiten; Sammlung der für Eisenbahnzwecke benötigten verschiedensten Werkstoffe und deren Proben; Rettungskasten, ausgerüstet mit den bei Unfällen nötigen chirurgischen Instrumenten, Verbandzeug und Medikamenten; Wohlfahrtseinrichtungen; große Sammlung ungarischer und ausländischer Eisenbahnfahrkarten aller Art.

Den Glanzpunkt der Eisenbahnabteilung bildet ohne Zweifel die prächtige Sammlung der Modelle von Eisenbahnfahrtriebmitteln. Hierunter sind 25 Modelle von Lokomotiven aus den Jahren 1848 bis 1896, u. a. eine elektrisch bewegliche Abt-Lokomotive; Modelle von Personenwagen, Lastwagen aller Art, Postwagen, Dienstwagen, Schneepflügen aus den Jahren 1848 bis 1896 — 68 Stück.

Es ist dies eine in bezug auf Reichhaltigkeit und Genauigkeit der Darstellung in den europäischen Verkehrsmuseen einzig dastehende Sammlung. Der hervorstechendste Unterschied gegenüber anderen derartigen Sammlungen ist der, daß all diese Modelle in ein und demselben Maßstabe 1:5 ausgeführt sind. Dies erleichtert die Vergleichsmöglichkeit ungemein und der Grad der Entwicklung und des Fortschrittes in Bau und Einrichtung springt sozusagen in die Augen.

Hierzu kommt, daß die Ausführung der Modelle in allem und jedem haarscharf den Urstücken entspricht. Nach Stoff, Form und Farbe ist jedes einzelne, auch der kleinste Bestandteil genau so echt hergestellt wie im großen. Dies verteuerte wohl die Herstellung, erhöhte aber den Wert der Modelle bedeutend und machte sie zu erstklassigen wahrhaften Prachtstücken.

In der Mitte des Kuppelsaales ist eine zusammenfassende Gruppe der Eisenbahn aufgebaut, die auf einem frei gestalteten Bahnhof die Schienengeleise, Weichenstellblöcke, kleine und große Drehscheiben, eine Wagenschiebebühne, das elektrische Stationsdeckungssignal, den ein- und zweiarmigen Signalmast, freistehende Glockensignalapparate, dann Telegraph, Schnellzug- und Lastzuglokomotiven, Personen- und Lastwagen, kurzum alles das in einer Gruppe zeigt, was beim Bau, der Ausrüstung und dem Betrieb der Eisenbahnen eine Rolle spielt.

Der Reichtum der übrigen Abteilungen kann hier nur kurz angedeutet werden.

In die Abteilung Fluß- und Seeschiffahrt sowie Hafenbauten sind ungefähr 1000 Museumsgegenstände eingereiht. Hervorstechend sind Karten und Pläne, Reliefs und Modelle von den Regulierungsarbeiten an den Katarakten der unteren Donau und am „Eisernen Tor“.

Gleichfalls bedeutend sind Zeichnungen, Photographien und Modelle der Fiumaner Hafenbauten (1855 bis 1896). Von anderen Hafenbauten sind solche an der kroatischen Meeresküste vertreten, ferner der Neupester Flußhafen.

Das Museum besitzt ferner in dieser Abteilung eine große Anzahl feingearbeiteter Modelle von Schiffen aller Art (eine Galeere, Holzschiffe, Kähne, Dampfbugger, Remorqueure, verschiedene Segelschiffe, Fluß- und Seedampfer, im ganzen

mehr als 100 Voll- und Schnittmodelle, darunter auch das eines Unterseebootes).

Mehrere tausend Gegenstände umfaßt die Abteilung für Post-, Telegraphen- und Telephonwesen. Hiervon sind besonders hervorzuheben: viele alte Post-Landkarten des europäischen Festlandes und des Königreichs Ungarn vom Jahre 1713 angefangen; alte Postschilder vom Jahre 1800 an, alte Postsammelkästen aus Holz und Eisen, alte Briefumschläge, Postwertzeichen und Postdrucksachen usw., endlich aus neuester Zeit Modelle der Kriegs-Feldpost 1917 im Gebirge.

Aus dem Telegraphen- und Fernsprechwesen finden wir Karten des ungarischen Telegraphennetzes von 1850 an, Telegraphenapparate verschiedener Art und deren Bestandteile, Karten des ungarischen Telephonnetzes, Kabelstücke und Telephonapparate verschiedener Art, Schalteinrichtungen.

Die Abteilung für Straßenbau und Straßenbrücken weist eine wesentlich geringere Anzahl von Gegenständen auf, die aber einen um so größeren inneren Wert besitzen.

Hier sind zu nennen: Karten des ungarischen Straßennetzes aus der Vorkriegszeit, Bilder und Aquarelle; Oberbauformen der Straßenbahnen; Modelle von alten Straßenbahnwagen 1:10 und zwar für Bespannung mit einem Pferd, mit zwei Pferden und auch ein solcher mit Dachsitzen. Modell 1:10 der Budapester elektrischen Unterpflasterbahn, der erstgebauten derartigen Bahn in Europa (Siemens).

Von sehr genauer Ausführung sind die Modelle alter und neuer Straßenbrücken des Königreichs Ungarn. Da sieht man das Modell 1:25 der hölzernen Bogenbrücke über den Aranyosfluß bei Torda mit überdachter Fahrbahn, ein Meisterwerk alter Zimmermannskunst aus den Jahren 1804 bis 1815.

24 Modelle von Straßenbrücken verschiedenster Bauarten über die Flüsse: Vág, Arva, Szamos, Temes, Theiß und Donau. Besonders schön sind die Modelle der Budapester Donaubrücken: der Széchenyi-Kettenbrücke, erbaut in den 1840er Jahren von dem Engländer Clark, in Linienführung und Architektur auch heute noch eine der herrlichsten Brücken; der Franz-Josefs-Brücke (Cantilever); der Elisabethbrücke, der weitest gespannten Kettenbrücke der Welt, die den mächtigen

Donaustrom mit einer einzigen Öffnung überspannt. Lehrreich ist das einseitig geschnittene Modell der Eisenbeton-Bogenbrücke über den Temesfluß bei Örményes und das Modell der Eisenrohr-Bogenbrücke über den Temesfluß bei Karansebes.

Die Abteilung für Flugwesen ist nicht reichlich bedacht, weil ja die ungeahnt rasche Entwicklung dieser neuesten Verkehrsmittel schon in die Kriegszeiten und die darauf folgenden Notjahre fällt und dies die Beschaffung zahlreicherer Gegenstände nicht ermöglichte.

Trotzdem findet man auch hier bemerkenswerte Stücke. Da sind die ersten ungarischen Versuchs-Flugzeuge von Horváth, ferner von Zsélyi, der mit dem ausgestellten Apparate verunglückt ist; dann das erste ungarische Kriegsflugzeug im Original; Modell eines Kampfflugzeuges Fokker; Modelle der Flugapparate Lilienthal, Wright, Blériot, Antoinette; Korb des ersten ungarischen Luftballons „Turul“; schönes Modell eines lenkbaren Luftschiffes (Parseval).

Das Museum, das im Stadtwaldchen an der Straßenbahn gelegen und — weil unheizbar — nur von Anfang Mai bis Ende Oktober geöffnet ist, erfreut sich, bei unentgeltlichem Eintritt, eines regen Besuches, namentlich von Schulen. In Vorkriegszeiten war es an vier Tagen, später aus Sparsamkeitsrücksichten nur an zwei Tagen der Woche den Besuchern zugänglich. Von 1929 an aber werden die Besuchstage auf wöchentlich drei erhöht.

Im Jahre 1913 betrug die Besucheranzahl an 96 Tagen 67992 (auf den Besuchstag 708); im Jahre 1928 an 59 Tagen 89708 Personen (auf den Besuchstag 1520). Man kann also vollberechtigt von einem stetigen stattlichen Zuwachs sprechen.

Die Kosten der Erhaltung des Museums tragen die k. ung. Staatsbahnen. Natürlich muß strengste Sparsamkeit walten. Hauptaufgabe ist: die Sammlungen sorgsam auf ihrem hohen Stande zu halten.

Trotz aller Notlage aber wird das k. ung. Verkehrsmuseum auch dem fachkundigen Westeuropäer immerhin sehenswert bleiben, denn ein gleiches Museum findet er nicht in den Hauptstädten der östlich und südlich an Ungarn angrenzenden Länder.

## Bestrebungen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes bei den kön. ungar. Staatseisenbahnen\*).

Von Kornel v. Zelovich, Professor an der kön. ungar. Joseph-Technischen Hochschule, Budapest.

### Kennzahlen der Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes.

Um Eisenbahnbetriebe nach ihrer Wirtschaftlichkeit zu vergleichen, sind die Ausgaben mit den Leistungen in Verhältnis zu stellen.

Die Leistungen einer Eisenbahn können wir in zwei Gruppen teilen, und zwar in die Gruppen der Betriebs- und der Verkehrsleistungen. Den Betriebsleistungen (Bruttotonnenkilometer, Wagenachskilometer) entspringen die Ausgaben der Eisenbahnen. Die Einnahmen der Eisenbahnen werden durch die Verkehrsleistungen (Personenkilometer, Gütertonnenkilometer) aufgebracht.

Es fragt sich nun, auf welche Leistungseinheit die Ausgaben bezogen werden müssen, um die richtigste Kennzahl der Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu erhalten.

#### *Die auf die Einheit der Bruttotonnenkilometer entfallenden Ausgaben.*

Bezieht man bei Eisenbahnen die Ausgaben auf die sie verursachenden Betriebsleistungen, d. h. z. B. durch die Errechnung der Ausgaben auf die Einheit der Bruttotonnenkilometer, so erscheint die erhaltene Kennzahl als zu vergleichen geeignet.

\*) Auszug aus einem Vortrage des Verfassers an der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 22. April 1929.

Die Zahlentafel I stellt die Ausgaben auf die Einheit der Bruttotonnenkilometer der Deutschen Reichsbahn, der Österreichischen Bundesbahnen und der k. ung. Staatsbahnen für das Jahr 1909\*) und für die letzten Jahre dar\*\*).

\*) Aus der Zeit vor dem Weltkriege wurde das Jahr 1909 gewählt, weil der Statistik des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in ihrem, vom Jahre 1910 an beschränktem Umfange die zum Vergleiche erwünschten Angaben nicht mit der erforderlichen Ausführlichkeit zu entnehmen waren. Die Zahl in der Spalte der Deutschen Reichsbahn für 1909 bezieht sich auf die deutschen Staatsbahnen jener Zeit (Badische, Bayerische, Oldenburgische, Sächsische, Elsaß-Lothringische, Mecklenburgische, Württembergische, Vereinigte Preußisch-Hessische Bahnen und Preußische Militärbahn), die Zahl in der Spalte der Österreichischen Bundesbahnen für 1909 bezieht sich auf die damaligen österreichischen Staatsbahnen. Diese Bemerkung gilt auch für die später folgenden Zahlentafeln.

\*\*) Die Angaben bezüglich 1909 sind auf Grund der Vereinsstatistik. — die bezüglich 1927 für die Deutsche Reichsbahn auf Grund der „Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands“, Band 48, Geschäftsjahr 1927 — für die Österr. Bundesbahnen auf Grund des Geschäftsberichtes der Unternehmung „Österr. Bundesbahnen“ für das Jahr 1927 (in der Umrechnung 1 Schilling = 0,60 RM gesetzt) — und für die k. ung. Staatsbahnen auf Grund des Jahresberichtes „A magyar kir. államvasutak állapota és üzleti eredményei“ errechnet worden. Die Angaben für 1926 und 1927 bezüglich der k. ung. Staatsbahnen gelten eigentlich für das Rechnungsjahr 1925/26, bzw. 1926/27. Wo ein davon abweichendes Verfahren angewandt wurde, ist es besonders vermerkt.

Zahlentafel I.  
Ausgaben auf 1 Bruttotonnenkilometer, in Pf.

	1909	1926	1927	
Deutsche Reichsbahn	1,085	1,769	1,875	$\frac{1,875}{1,085} = 1,728$
Österr. Bundesbahnen	1,232	2,301	2,206	$\frac{2,206}{1,232} = 1,790$
K. ung. Staatsbahnen	0,983	1,786	1,717	$\frac{1,717}{0,983} = 1,746$

Aus der Zahlentafel ersieht man, daß sich die Betriebsleistung der Eisenbahnen nach dem Weltkriege erheblich verteuert hat. Diese Verteuerung hat im Jahre 1927, im Verhältnis zu 1909, für die Deutsche Reichsbahn 72,8%, für die Österreichischen Bundesbahnen 79% und für die k. ung. Staatsbahnen 74,6% betragen.

Das Maß dieser Zunahme der Betriebskosten ist höher, als die allgemeine Verteuerung, da sich nicht nur die Preise der Eisenbahnbetriebsstoffe erhöht haben, sondern infolge der sozialen Forderungen (feste Arbeitsdauer, Ruhezeit usw.) im Verhältnis zu den Leistungen auch das Personal vermehrt wurde und infolgedessen auch die einen beträchtlichen Anteil der Betriebsausgaben darstellenden persönlichen Ausgaben gestiegen sind.

#### Die Personalausgaben.

Für die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes ist es nicht nebensächlich, wieviel aus den jährlichen Betriebsausgaben der Eisenbahnen auf die persönlichen Ausgaben fallen.

Auf den Vereinsbahnen im Jahre 1909 entstand mehr als die Hälfte, durchschnittlich 50,11% der Betriebsausgaben, aus persönlichen Ausgaben. Bei den einzelnen größeren Bahnverwaltungen betragen die persönlichen Ausgaben für 1909: für die deutschen Bahnen 50,39%, für die österreichischen Staatsbahnen 51,14% und für die k. ung. Staatsbahnen 47,25% der Betriebsausgaben. Bei den k. ung. Staatsbahnen standen folglich die persönlichen Ausgaben unter der Hälfte der Betriebsausgaben.

Nach der Vereinsstatistik\*) entfielen auf die persönlichen Ausgaben in 1926 bei der Deutschen Reichsbahn 65,65%, bei den Österreichischen Bundesbahnen 74,29% und im Geschäftsjahre 1926/27 bei den k. ung. Staatsbahnen 65,55% der Betriebsausgaben. Der Satz der k. ung. Staatsbahnen ist zwar auch zu dieser Zeit der kleinste, doch der der deutschen Bahnen in 1909 im Verhältnis  $50,39/47,25 = 1,065$  größere Satz ist in 1926 nur noch um 0,15% höher.

Es ist also ersichtlich, daß sich inzwischen der Anteil der persönlichen Ausgaben wesentlich vermehrt hat. Diese Ausgaben stellten sich in 1926 im Verhältnis zu 1909 bei der Deutschen Reichsbahn um  $65,65/50,39 = 1,32$ , d. h. 32%, bei den Österreichischen Bundesbahnen um 45%, bei den k. ung. Staatsbahnen um 39% höher.

Auf dieses gewaltige Steigen hat unbedingt auch die Pensionslast Einfluß, die heute viel schwerer ist als vor dem Weltkriege.

Herr Dr. Ing. Dorpmüller, Gen.-Direktor der Deutschen Reichsbahn, erwähnt in seinem hochinteressanten Vortrage „Gegenwart und Zukunft der Reichsbahn“\*\*) die sich vermehrende Pensionslast als eine drohende Gefahr. Diese betrug im Jahre 1913 121 Millionen *M.*, somit 17,5% der Gehälter und beträgt heute 471 Millionen *R.M.*, 40% davon. Nach genauen Berechnungen, die unter Mitwirkung von Sachverständigen der Versicherungsmathematik durchgeführt

wurden, wird die Pensionslast bis 1946 von den heutigen 471 Millionen auf 595 Millionen *R.M.* steigen, d. h. bis 50% der Gehälter.

In bezug auf die Pensionslast ist die Lage der k. ung. Staatsbahnen noch viel ungünstiger als die der Deutschen Reichsbahn und hierdurch erklärt sich, daß der auf die persönlichen Ausgaben entfallende Anteil bei den k. ung. Staatsbahnen in höherem Maße stieg als bei der Deutschen Reichsbahn.

Nach der erwähnten Vereinsstatistik betrug nämlich die Pensionslast im Jahre 1926 bei der Deutschen Reichsbahn 11,07%, bei den Österreichischen Bundesbahnen 17,78% — und im Rechnungsjahre 1926/27 bei den k. ung. Staatsbahnen 19,27% der Betriebsausgaben (entsprechend 21,7%, 32,7% und 42,7% der Personalausgaben).

Hiernach verhält sich die Pensionslast bei den k. ung. Staatsbahnen zu der bei der Deutschen Reichsbahn wie  $19,27/11,07 = 1,74$  und zu der bei den Österreichischen Bundesbahnen wie  $19,27/17,78 = 1,085$ .

Nach Abzug der Pensionslast betragen folglich im Jahre 1926 die Gehälter bei der Deutschen Reichsbahn 51,15%, bei den Österreichischen Bundesbahnen 54,35% — und bei den k. ung. Staatsbahnen 45,15% der Betriebsausgaben.

#### Die Kosten für das Personenkilometer und Gütertonnenkilometer.

Der Eisenbahnbetrieb ist zweifellos um so wirtschaftlicher, je kleinere Betriebsleistung zur Entfaltung derselben Verkehrsleistung erforderlich ist, mit anderen Worten: je kleinere Ausgaben zur Erreichung derselben Einnahme verlangt werden. Es ist demnach offenbar, daß wir für die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes in dem Kostenanteil auf die Einheit der die Einnahmen hervorbringenden Verkehrsleistung, folglich im Personenverkehr auf 1 Personenkilometer, im Güterverkehr auf 1 Gütertonnenkilometer, in den sogenannten Betriebskosten, ein richtigeres Maß erhalten, als im Kostensatz für die Betriebsleistung von 1 Bruttotonnenkilometer\*).

Für jede Eisenbahn ist es auch zwecks Prüfung des eigenen inneren Wirkungsgrades äußerst wichtig, die Kosten auf die Einheit der Verkehrsleistung zu kennen.

Die Berechnung der Ausgaben für 1 Personenkilometer und 1 Gütertonnenkilometer ist aber keine einfache Aufgabe. Wir müssen nämlich in die Einzelheiten des Eisenbahnbetriebes eindringen, um die Ausgaben der verschiedenen Arbeitsvorgänge mit Hilfe verschiedener Teilungsschlüssel zwischen dem Personen- und dem Güterverkehr zu teilen.

Zweifelsohne würde sich die Aufgabe vereinfachen, wenn man zwischen den Kosten eines Personenkilometers und eines Gütertonnenkilometers ein Gesetz allgemeiner Gültigkeit feststellen könnte.

Für den Zeitraum von anderthalb Jahrzehnten, 1900 bis 1914/15, haben wir die jährlichen Ausgaben für das Personen- und für das Gütertonnenkilometer bei den k. ung. Staatsbahnen errechnet und die Ergebnisse in unserem Forschungsberichte „A vasutak üzemi költségei“ im Jahre 1923 veröffentlicht\*\*). Unseres Wissens hat es in dem Schrifttum keinen anderen Fall gegeben, in welchem die Betriebskosten einer größeren Eisenbahn für eine so lange Reihe von Jahren errechnet, bzw. veröffentlicht worden wären. Aus den Ergebnissen so vieler Jahre kann schon eine Gesetz-

\*) Kornel v. Zelovich: A vasutak üzemi költsége (Betriebskosten der Eisenbahnen). Zeitschrift: „Közgazdasági Szemle“ Oktober—November 1923.

\*\*) Kornel v. Zelovich: A vasutak üzemi költsége (Betriebskosten der Eisenbahnen). Zeitschrift: „Közgazdasági Szemle“, Oktober—November 1923.

\*) Statistische Nachrichten usw. für das Rechnungsjahr 1926.

\*\*) Die Reichsbahn 1929, Heft 6.

mäßigkeit abgeleitet werden, wenn eine solche überhaupt besteht.

Bezeichnet man die Kosten des Personenkilometers durch  $u$ , die des Gütertonnenkilometers durch  $a$ , so haben wir festgestellt, daß sich der Wert des Verhältnisses  $u/a$  in den Jahren 1900 bis 1913 zwischen 0,89 und 1,13 geändert hat und daß er im 14-Jahre-Durchschnitte 0,98 beträgt, d. h. angenähert  $u=a$ . Dies besagt, daß bei den k. ung. Staatsbahnen in dem angegebenen Zeitraume die Beförderung eines Reisenden auf 1 km ungefähr ebensoviel wie die Beförderung eines Gutes von 1 t auf 1 km gekostet hat.

Hätte man diesen Satz früher erkannt, so wäre die sonst verwickelte Berechnung verlangende Verteilung der Ausgaben auf den Personen- und den Güterverkehr eine höchst einfache Aufgabe gewesen.

Zum selben Ergebnis gelangte in seinen Untersuchungen\*) Herr Baum, ingénieur des ponts et chaussées, bezüglich der ehemaligen Österr.-Ung. Staatseisenbahngesellschaft für 1865 bis 1873, d. h. für neun Jahre. Deshalb nennt Nördling die Berechnung der Betriebskosten auf der Grundlage  $u=a$ , „Teilung nach dem französischen Schlüssel“.

Der Satz  $u=a$  galt jedoch schon im Jahre 1914/15 nicht einmal mehr für die k. ung. Staatsbahnen, ebensowenig nach dem Weltkriege. Im Jahre 1925/26 ist  $u=1,23a$  und in 1926/27  $u=1,28a$ . Der Grund dafür liegt darin, daß sowohl 1914/15 wie auch ständig nach dem Weltkriege ein viel höherer Anteil der Betriebsleistung auf die Personenzüge entfiel, als vor dem Weltkriege.

Die Betriebskosten werden bei den größeren Bahnverwaltungen zu ihrem wohlverstandenen Nutzen gewiß von Jahr zu Jahr festgestellt, doch nur selten veröffentlicht. Demzufolge ist es nicht immer möglich, die Betriebsführung der Eisenbahnen auf Grund der Betriebskosten (Personenkilometer, Gütertonnenkilometer) zu vergleichen. Hierdurch entsteht die Frage, ob es nicht möglich wäre, die auf die Einheit der Verkehrsleistung, soweit sie Einnahmen aufbringen, entfallenden Ausgaben aus den zur Verfügung stehenden wirtschafts-statistischen Angaben der Eisenbahnen einfacher zu berechnen.

#### *Einheitskosten des Nutztonnenkilometers.*

Die Berechnung vereinfacht sich offenbar, wenn wir Personen- und Güterverkehr nicht trennen, sondern die auf die Einheit der nutzbaren Verkehrsleistung des Gesamtverkehrs, auf die Einheit der Nutztonnenkilometer entfallenden Ausgaben berechnen, ähnlich, wie wir die Ausgaben auf die Einheit der Bruttotonnenkilometer in Zahlentafel I bestimmt haben.

In der Nutztonnenkilometer-Leistung wird hiernach einerseits die Leistung in nutzbaren Tonnenkilometern im Personenverkehr (Personenkilometer multipliziert durch das Durchschnittsgewicht eines Reisenden samt Handgepäck, d. h. durch 80 kg), andererseits die Leistung in Gütertonnenkilometern zusammengefaßt.

Die Forschungen haben uns gezeigt, daß die auf die Einheit der Nutztonnenkilometer einfach zu berechnenden Ausgaben in gewissen Grenzen ein zum Vergleiche der Betriebsführung der Eisenbahnen geeignetes Maß darstellen.

In der Zahlentafel II werden die auf die Einheit der Nutztonnenkilometer entfallenden Ausgaben für die in der Zahlentafel I behandelten Eisenbahnen zusammengestellt.

Hiernach stellt sich der Einheitspreis auf das Nutztonnenkilometer sowohl 1909 wie 1927 am niedrigsten bei der Deutschen Reichsbahn; der Einheitspreis bei den k. ung. Staatsbahnen zeigt dieselbe Veränderung, da er 1909

um 6,5% und 1927 um 4% höher war, als bei der Deutschen Reichsbahn. Im Verhältnis zu den k. ung. Staatsbahnen betrug der Einheitspreis des Nutztonnenkilometers 1909 bei den damaligen österreichischen Staatsbahnen 2% weniger, aber 1927 bei den Österreichischen Bundesbahnen 27% mehr.

#### Zahlentafel II.

Ausgaben auf 1 Nutztonnenkilometer, in Pf.

	1909	1926	1927	
Deutsche Reichsbahn	3,558	5,614	5,597	$\frac{5,597}{3,558} = 1,573$
Österr. Bundesbahnen	3,734	—	7,397	$\frac{7,397}{3,734} = 1,980$
K. ung. Staatsbahnen	3,796	6,296	5,819	$\frac{5,819}{3,796} = 1,532$

Die Zahlentafel zeigt, daß sich auch die Verkehrsleistung der Eisenbahnen nach dem Weltkriege erheblich verteuert hat. Doch beträgt diese Teuerung von 1909 bis 1927 (abgesehen vorläufig von dem Ergebnis bei den Österreichischen Bundesbahnen) weder bei der Deutschen Reichsbahn, noch bei den k. ung. Staatsbahnen soviel, als die Teuerung der Betriebsleistungen (s. Zahlentafel I). Bezogen auf die Verteuerung der Betriebsleistung, die bei der Deutschen Reichsbahn 72,8%, bei den k. ung. Staatsbahnen 74,6% betrug, macht die Verteuerung der Verkehrsleistung nur 57,3% und 53,2% aus.

Dies ist ein unzweifelhafter Erfolg der Bestrebungen nach wirtschaftlichem Betriebe. Wenn sich nämlich die Verkehrsleistung in geringerem Maße verteuert, als die Betriebsleistung, so ist die letztgenannte in bezug auf den Verkehr gewiß besser ausgenützt, das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last gestaltet sich günstiger und hierdurch verlangt dieselbe Verkehrsleistung weniger an Betriebsleistung.

Es ist demnach offenbar, daß die tote Last auf die Kosten des Nutztonnenkilometers einen sehr großen Einfluß ausübt. Es ist eine wichtige Bedingung der Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes, die tote Last auf ein Mindestmaß herabzudrücken und das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last einem Höchstwerte zu nähern.

In Verbindung mit der Feststellung der Kosten auf die Einheit des Nutztonnenkilometers ist es hiernach erforderlich, uns mit dem Verhältnis der Nutzlast zur toten Last zu befassen.

#### **Verhältnis der Nutzlast zur toten Last im Güterverkehr.**

Bei der Beförderung durch Eisenbahnen ist die tote Last im allgemeinen größer als die Nutzlast. Dies trifft aber für den Güterverkehr in viel geringerem Maße als für den Personenverkehr zu.

Die Zahlentafel III veranschaulicht in Tonnen die Änderung der toten Last auf 1 t Nutzlast im Laufe der Jahre für den Güterverkehr.

Bei den k. ung. Staatsbahnen war die tote Last im Güterverkehr im Jahre 1909 ( $2,041/1,514=1,35$ ) um 35% größer, als bei den damaligen deutschen Staatsbahnen und um 36% größer, als bei den damaligen österreichischen Staatsbahnen. Demgegenüber betrug die tote Last bei den k. ung. Staatsbahnen 1927 weniger als bei der Deutschen Reichsbahn oder als bei den Österreichischen Bundesbahnen. Im Jahre 1927 stellte sich nämlich die tote Last bei der Deutschen Reichsbahn ( $1,176/1,054=1,11$ ) um 11%, bei den Österreichischen Bundesbahnen um 21% höher als bei den k. ung. Staatsbahnen.

Aus den Angaben in Zahlentafel III stellt sich heraus, daß sich die tote Last bei den k. ung. Staatsbahnen vom

\*) Des prix de revient des transports par chemins de fer. Annales des Ponts et Chaussées, 1875, 2. Halbjahr, S. 423.

Zahlentafel III.  
Änderung der toten Last im Güterverkehr.

	1909	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927*)	
Deutsche Reichsbahn . . .	1,514	—	—	—	—	—	—	—	—	1,176	$\frac{1,176}{1,514} = 0,78$
Österr. Bundesbahnen . . .	1,501	—	—	—	—	—	—	—	—	1,280	$\frac{1,280}{1,501} = 0,85$
K. ung. Staatsbahnen . . .	2,041	2,85	1,97	1,55	1,49	1,28	1,20	1,088	1,110	1,054	$\frac{1,054}{2,041} = 0,52$

\*) Bei den k. ung. Staatsbahnen entspricht dem Jahre 1919 das Rechnungsjahr 1918/19, dem Jahre 1927 das Rechnungsjahr 1926/27. Diese Bemerkung gilt auch für die Zahlentafeln IX und XI.

Jahre 1919 an allmählich erniedrigt und 1927 nur noch 52% des Wertes vom Jahre 1909 betragen hat.

Dieser, bei den k. ung. Staatsbahnen erreichte Erfolg verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als einerseits die Beladung der Güterwagen größerer Tragfähigkeit auf den meisten im Betriebe der k. ung. Staatsbahnen stehenden Lokalbahnen Beschränkungen erleidet, andererseits die leeren Wagenläufe, wie die Zahlentafel V beweist, infolge des in höherem Maße in der gleichen Richtung laufenden Güterverkehrs einen höheren Anteil einnehmen als bei der Deutschen Reichsbahn oder bei den Österreichischen Bundesbahnen. Unter solchen Umständen können wir mit gesteigertem Interesse die Gründe erforschen, die zur Herabsetzung der toten Last geführt haben.

Die angegebene bedeutende Verminderung der toten Last wird durch folgende Umstände beeinflusst:

Zahlentafel IV.

Verhältnis des Ladegewichtes der Güterwagen zum Eigengewicht.

		Durchschnittliches		Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht	Durchschnittliches		Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht
		Eigengewicht	Ladegewicht		Eigengewicht	Ladegewicht	
		in t, für die gedeckten Güterwagen		in t, für die offenen Güterwagen			
Deutsche Reichsbahn	1909*)	8,94	13,51	1,510	7,49	13,92	1,86
	1927	10,46	14,78	1,412	8,735	17,14	1,96
Österr. Bundesbahnen	1927	7,619	12,04	1,580	7,551	11,95	1,58
K. ung. Staatsbahnen	1909	7,35	11,86	1,610	6,36	13,02	2,04
	1927	7,94	13,70	1,730	6,93	16,60	2,39

\*) Das Deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart 1911. Band I, S. 166.

a) Erhöhung der Tragfähigkeit der Güterwagen.

Im Güterverkehr haben sich die Eisenbahnverwaltungen natürlich bestrebt, die tote Last zu vermindern. Hierzu wäre der Verkehr von Wagen höherer Tragfähigkeit offenbar ein wirksames Mittel, vorausgesetzt, daß solche Wagen bis zur Grenze ihrer Tragfähigkeit beladen werden. Das Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht stellt sich nämlich bei Wagen höherer Tragfähigkeit günstiger. Dementsprechend ist die Förderung der Nutzlast, wenn die Wagen richtig ausgenützt werden, mit geringerer toter Last möglich.

Das Ladegewicht beträgt im Mittel bei den k. ung. Staatsbahnen für offene Güterwagen ohne Bremse: bei 10 t-Wagen um 83, bei 15 t-Wagen um 132 und bei 20 t-Wagen um 175% mehr, als das durchschnittliche Eigengewicht.

In der Erhöhung der Tragfähigkeit der Güterwagen zeigt sich bei den k. ung. Staatsbahnen im Laufe der Zeit

eine erhebliche Besserung, hauptsächlich seit dem Jahre 1913, in welchem die ersten 20 t-Wagen beschafft wurden.

b) Verhältnis des Ladegewichtes der Güterwagen zum Eigengewicht.

Zahlentafel IV stellt das Verhältnis des Ladegewichtes der Güterwagen zum Eigengewicht für die Deutsche Reichsbahn, die Österreichischen Bundesbahnen und die k. ung. Staatsbahnen vor.

Hiernach gestaltet sich das Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht sowohl 1909 wie auch 1927 für die offenen wie für die gedeckten Güterwagen bei den k. ung. Staatsbahnen günstiger als bei der Deutschen Reichsbahn. Der Zahlenwert dieses Verhältnisses hat sich im Jahre 1927 gegenüber 1909 bei den k. ung. Staatsbahnen beträchtlich, für gedeckte Wagen ( $1,73/1,61=1,07$ ) um 7%, für offene Wagen um 17% erhöht, wogegen der Wert bei der Deutschen Reichsbahn für gedeckte Wagen sank und für offene Wagen sich nur ( $1,96/1,86=1,05$ ) um 5% erhöhte. Hierdurch erklärt sich, daß, — obwohl die Deutsche Reichsbahn, wie wir später sehen werden, einen gegenüber den k. ung. Staatsbahnen um  $(46,0/44,4=1,03)$  3% günstigeren Wagenausnutzungsgrad aufzeigt, — die ungarischen Staatsbahnen dennoch mit geringerer toter Last im Güterverkehr arbeiten.

Bei den Österreichischen Bundesbahnen sind das durchschnittliche Ladegewicht und das Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht sowohl gegenüber den k. ung. Staatsbahnen, wie auch im allgemeinen ungünstig.

Aus den Angaben der Zahlentafel IV stellt sich heraus, daß im Jahre 1927 bei den k. ung. Staatsbahnen das durchschnittliche Ladegewicht der gedeckten Wagen ( $13,70/12,04=1,14$ ) um 14, das der offenen Wagen um 38,5%, das Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht der gedeckten Wagen ( $1,73/1,58=1,09$ ) um 9 und der offenen Wagen um 51% höher stand.

Auch dieser Umstand trägt wahrscheinlich dazu bei, daß im Güterverkehr bei den Österreichischen Bundesbahnen die tote Last und die Kosten für das Nutztonnenkilometer verhältnismäßig hoch sind.

c) Ausnützung der Güterwagen.

Das Eigengewicht des Güterwagens ist kleiner als sein Ladegewicht. Wenn also die Güterwagen immer bis zur Grenze ihrer Tragfähigkeit ausgenützt werden könnten, so wäre die tote Last beträchtlich unterhalb der Nutzlast. Solche ideale Verkehrsverhältnisse bestehen aber auf keiner Eisenbahn. Beträgt doch die Ausnützung auch der bis zur Grenze ihrer Tragfähigkeit beladenen Kohlenwagen meistens nur 50% des

Ladegewichtes, da für die Gruben leere Wagen gestellt werden müssen und in dieser Fahrrihtung nur tote Lasten rollen.

Die Zahlentafel V enthält die Werte der Ausnützung der Güter- und Gepäckwagen für 1909 und 1927 bei den k. ung. Staatsbahnen und der Deutschen Reichsbahn, ausgedrückt in Hundertteilen des Ladegewichtes.

Zahlentafel V.

Ausnützung der Güter- und Gepäckwagen, bezogen auf das Ladegewicht.

	K. ung. Staatsbahnen	Deutsche Reichsbahn
1909	33,07%	42,08%
1927	44,40%	46,00%
Verhältnismäßige Erhöhung	(44,4/37,07 = 1,195) 19,5%	(46,00/42,08 = 1,09) 9%

Demnach wurde bei den k. ung. Staatsbahnen die beträchtliche Herabsetzung der toten Last im Güterverkehr außer durch ein günstiges Verhältnis des Ladegewichtes zum Eigengewicht auch durch die ständige Besserung der Ausnützung der Güterwagen gefördert.

Die Bestrebung nach besserer Ausnützung wurde durch den Tarif der k. ung. Staatsbahnen für Wagenladungen wirksam unterstützt, indem die Ausnützung einer größeren Tragfähigkeit durch Festsetzen eines niedrigeren Tarifsatzes belohnt wird.

Bei der Bewertung des erreichten Erfolges dürfen wir aber den für die Ausnützung ungünstigen Umstand wieder nicht außer Acht lassen, daß die Wagen größerer Tragfähigkeit der k. ung. Staatsbahnen, die 15 t- und 20 t-Wagen, auf einen großen Teil der normalspurigen Lokalbahnen, wegen der leichten Bauart des Oberbaues, in beladenem Zustande nicht frei übergehen dürfen. Auf solchen Strecken wird hierdurch die Ausnützung der größeren Tragfähigkeit gehindert.

Auf dem Netze der k. ung. Staatsbahnen mit 7257 km Betriebslänge entfallen 4080 km, d. h. über 56%, auf Lokalbahnen. Der Oberbau der Lokalbahnstrecken gestattet auf 1713 km (42% der Länge der Lokalbahnen) einen Raddruck von 4,5 oder 5,0 t. Dagegen beträgt der Raddruck bei voller Belastung bei den 15 t-Wagen 5,5 t, bei den 20 t-Wagen 6,84 t.

#### d) Einfluß der Verkehrsverhältnisse.

Die Größe der toten Last wird gewiß auch durch die Verkehrsverhältnisse erheblich beeinflußt. Die Ausnützung der Tragfähigkeit der Güterwagen (mit anderen Worten die Verminderung der toten Last) wird bei den k. ung. Staatsbahnen durch die Verkehrslage teils gehindert, teils zu Zeiten gefördert.

Die Tragfähigkeit der Güterwagen kann nicht ausgenützt werden, wenn zur Abholung der Güter Wagen aus größerer Entfernung nach der Versandstation leer geleitet werden müssen, weil keine in dieser Richtung zu befördernde Güter da sind. Die Tragfähigkeit des Wagens ist somit beim Laufe nach der Versandstation völlig unausgenützt. Deshalb verschlechtert ein solcher in der gleichen Richtung laufender Verkehr die Ausnützung der Tragfähigkeit der Güterwagen. Im zusammengeschumpften Ungarn bestehen leider solche Verhältnisse.

Im Falle eines in der gleichen Richtung laufenden Verkehrs entfällt offenbar ein beträchtlicher Teil der Güterwagen-Achskilometer auf leere Wagen. In dieser Hinsicht ist die Lage der k. ung. Staatsbahnen, wie aus Zahlentafel VI

ersichtlich, ungünstiger als die der Deutschen Reichsbahn oder der Österreichischen Bundesbahnen.

Zahlentafel VI.

Verhältnis der leeren zu den beladenen Güterwagen-Achskilometern in ‰.

	Deutsche Reichsbahn		Österr. Bundesbahnen		K. ung. Staatsbahnen	
	leer	beladen	leer	beladen	leer	beladen
1909	30,00	70,00	—	—	33,82	66,18
1926	29,41	70,59	34,30	65,70	35,40	64,60*
1927	27,20	72,80	33,10	66,90	34,30	65,70**

\*) Rechnungsjahr 1926/27.

\*\*\*) Rechnungsjahr 1927/28.

Bildet man den Verhältniswert für die leeren Wagenachskilometer, so betrug, obwohl sich infolge der Bestrebungen nach wirtschaftlichem Betriebe die Leistung an leeren Wagenachskilometer ständig erniedrigte, der Satz der leeren Wagenachskilometer 1927/28 noch um  $(34,30/33,82 = 1,015)$  1,5% mehr, als im Jahre 1909 für die Staatsbahnen des unversümmelten Ungarn.

Die verhältnismäßige Verminderung der Leistung an leeren Güterwagen-Achskilometern betrug für die Deutsche Reichsbahn 1927 gegenüber den Erfolgen in 1909  $(30,00/27,20 = 1,10)$  10%.

#### e) Verhältnis der offenen und gedeckten Wagen.

Die erhebliche Verminderung der toten Last im Güterverkehr bei den k. ung. Staatsbahnen hängt offenbar mit der Zunahme des Massengüterverkehrs im Laufe der Zeit zusammen. Dieser Vorgang wird durch die Änderung des Verhältnisses der offenen zu den gedeckten Wagen lehrreich beleuchtet.

Zahlentafel VII.

Verhältnis der offenen und gedeckten Wagen.

	1895	1900	1909	1925	1927	
Deutsche Reichsbahn	2,18	3,34	2,34	1,88	1,925	$\frac{1,925}{2,18} = 0,884$
Österr. Bundesbahnen	—	—	—	—	1,325	—
K. ung. Staatsbahnen	0,80	0,85	0,93	1,55	1,635	$\frac{1,635}{0,80} = 2,040$

Das Verhältnis des Bestandes der offenen zu dem der gedeckten Wagen in Verbindung mit der Entwicklung des Massengüterverkehrs hat sich bei den k. ung. Staatsbahnen vom Jahre 1895 an ständig erhöht und stellte sich im Jahre 1927/28 um 104% höher als 1895. In dieser Beziehung haben folglich auch die Verkehrsverhältnisse bei der Minderung der toten Last mitgewirkt.

Bei Betrachtungen über obige Verhältniszahlen dürfen wir natürlich nicht vergessen, daß die Tragfähigkeit der offenen Wagen in höherem Maße gesteigert wurde als die der gedeckten. Die Tragfähigkeit der gedeckten Güterwagen stieg nämlich im erwähnten Zeitraume bei der Deutschen Reichsbahn um 37, bei den k. ung. Staatsbahnen um 30%, während die Tragfähigkeit der offenen Wagen sich bei der Deutschen Reichsbahn um 47, bei den k. ung. Staatsbahnen um 46% höher stellte.

#### f) Verkehr der Stückgüterwagen.

Es wurde schon (s. Zahlentafel III) nachgewiesen, daß bei den k. ung. Staatsbahnen im Jahre 1926/27 zur Beförderung einer Nutztonne das Rollen einer toten Last von 1,054 t erforderlich war. Die so errechnete tote Last hat sich in 1927/28 auf 1,11 t, also um 5% vermehrt. Bei der Frage

nach den Gründen obiger Erscheinung hat sich auch hier herausgestellt, daß diese Erhöhung in erster Linie durch die Änderung der Verkehrsverhältnisse bedingt wurde.

Der Verkehr der Stückgüterwagen hat sich nämlich von den 306916 Wagen des vorigen Jahres im Jahre 1927/28 auf 349211, d. h. fast um 14% erhöht. Die Stückgüterwagen können aber wesentlich unvollkommener ausgenutzt werden, als die mit Massengütern beladenen Wagen.

Andererseits beträgt das Gewicht der beförderten Stückgüter im Verhältnis zur gesamten Gütermenge viel weniger. Von den auf den k. ung. Staatsbahnen 1925/26 beförderten Gütern im Gesamtgewichte von 24,9 Millionen t stellten die Stückgüter nur eine Menge von 937000 t, d. h. 3,8%, und im Jahre 1926/27 von 29 Millionen t Gesamtmenge nur 1035000 t, d. h. 3,6%. Bei der Deutschen Reichsbahn entfielen aus den 442 Millionen t gebührenpflichtiger Güter 16,85 Millionen t, d. h. 3,81%, auf die Stückgüter.

Die Beförderung der Stückgüter verlangt viel mehr an Betriebsleistung. Die durchschnittliche Nutzlast der Stückgüterwagen beträgt bei der Deutschen Reichsbahn 1,8 t, die der Wagenladungen rund 15 t\*). Dementsprechend hat der Betrieb für dieselbe Leistung an Nutztonnenkilometern bei der Beförderung von Stückgütern mehr als achtmal soviel Wagen zu rollen und bedeutend mehr an Bruttotonnen zu befördern, als bei der Beförderung von Wagenladungen\*\*). Bei den k. ung. Staatsbahnen liegen ähnliche Verhältnisse vor.

Bei der Deutschen Reichsbahn haben im Herbst 1928 aus den an einem Tage abgefertigten und zur Feststellung des Wagenumlaufes beobachteten 140641 Wagen 51292 Wagen, d. h. 36,4% der Stückgüterbeförderung gedient\*\*\*). Aus den bei den k. ung. Staatsbahnen im Jahre 1928 zur Aufgabe gelangten Wagen waren dagegen nur 20,6% Stückgüterwagen.

Aus dem Vorausgeschickten ist deutlich ersichtlich, daß die Steigerung des Stückgüterverkehrs mit der Erhöhung der toten Last verknüpft ist.

Diese Umstände bewiesen, daß die Größe der toten Last im Güterverkehr infolge der verwickelten Natur des Eisenbahnbetriebes durch mehrere Faktoren beeinflusst werden kann und in Wirklichkeit auch beeinflusst wird. Weiterhin hat sich im Beispiele der k. ung. Staatsbahnen auch gezeigt, durch bessere Wagenausnutzung und durch zielbewußte Wagendirigierung nennenswerte Erfolge erreicht werden können.

### Verhältnis der Nutzlast zur toten Last im Personenverkehr.

Im Personenverkehr stehen wir, im Verhältnis zum Güterverkehr, erheblich größeren toten Lasten gegenüber.

Bei den k. ung. Staatsbahnen haben wir im Jahre 1926/27 (s. Zahlentafel III) im Güterverkehr eine 1,054fache, im Personen- und Gepäckverkehr aber eine fast 23fache tote Last befördern müssen (s. Zahlentafel IX). Auf einen, mit

\*) und \*\*) Leibbrand: Aufgaben des Eisenbahnbetriebes. Die Reichsbahn. 1929. Nr. 2.

\*\*\*)) Tecklenburg: Die Güterwagenumlaufermittlung. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. 1929. Nr. 6.

80 kg bewerteten Reisenden entfielen demnach 1,83 t an toter Last. Im Personenverkehr betrug die tote Last 1926/27 im Verhältnis zum Güterverkehr ( $22,93/1,054=21,75$ ) über das 21fache; nur 4,18% des beförderten Gewichtes entfielen demnach auf die Nutzlast bei einer toten Last von 95,82%.

Diese außerordentliche Höhe der toten Last im Personenverkehr wird in erster Linie dadurch erklärt, daß man sich mit der Entwicklung der Eisenbahntechnik allgemein bestrebt hat, das Reisen bequemer zu gestalten. Die Folge der Einrichtungen aber, die durch die Bequemlichkeit bedingt wurden, war eine erhebliche Steigerung der toten Last.

Vor sechzig Jahren beförderte man von London bis Glasgow 200 Reisende III. Klasse in vier Wagen, wobei das Gewicht der vier Personenwagen, zuzüglich des Sicherheitswagens, sich auf 50 t belief. Auf einen Reisenden beziehungsweise auf einen Sitzplatz entfielen demgemäß 250 kg an toter Last. Heute werden zum selben Zweck sechs Durchgangswagen, ein Speisewagen und ein Dienstwagen verlangt. Das Gewicht dieser Zuggarnitur übersteigt 200 t, folglich hat sich die auf einen Reisenden beziehungsweise einen Sitzplatz entfallende tote Last vervierfacht, sie beträgt heute 1000 kg\*). Meistens sind auch nicht alle Sitzplätze der Wagen besetzt, so daß es uns nicht überraschen darf, wenn, wie wir gezeigt haben, die Eisenbahnen im Personenverkehr mehr als eine 20fache tote Last befördern im Verhältnis zum Gewicht der Reisenden und ihres Gepäcks.

Es ist allgemein bekannt, daß die auf einen Sitzplatz entfallende tote Last in den verschiedenen Wagenklassen nicht gleich ausfällt. In dieser Hinsicht enthält Zahlentafel VIII einige Angaben.

Zahlentafel VIII.

Durchschnittliche tote Last auf einen Sitzplatz bei den k. ung. Staatsbahnen.

Schnellzugwagen	I. Klasse	993 kg
„	II.	830 „
„	III.	493 „
Personenzugwagen	I.	855 „
„	II.	496 „
„	III.	303 „

Die durch die Steigerung der Bequemlichkeit ungemein erhöhte tote Last, mit der die Erhöhung des Personentarifs nicht Schritt gehalten hat, ist einer der Hauptgründe, nach denen die großen Eisenbahnen für den Personenverkehr allgemein Zuschüsse zu leisten haben, die durch den Güterverkehr aufgewogen werden müssen.

Die Änderung der auf eine Nutztonne im Personenverkehr entfallende tote Last im Laufe der Jahre wird in Zahlentafel IX dargestellt.

Die Lage der k. ung. Staatsbahnen ist hinsichtlich der toten Last im Güterverkehr günstig, aber im Personenverkehr ungünstig. Aus Zahlentafel IX erhellt nämlich, daß sich die tote Last im Personenverkehr im Jahre 1926/27 ( $22,93/18,7=1,23$ ) um 23% höher stellt, als 1927 bei der

\*) Frahm: Das englische Eisenbahnwesen. S. 285.

Zahlentafel IX.

Änderung der toten Last im Personenverkehr in t.

	1909	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	
Deutsche Reichsbahn . . .	18,45	—	—	—	10,62	10,10	14,70	—	—	18,7	$\frac{18,7}{18,45} = 1,015$
Österr. Bundesbahnen . . .	17,75	—	—	—	—	—	—	—	—	18,1	$\frac{18,1}{17,75} = 1,025$
K. ung. Staatsbahnen . . .	23,65	17,3	8,95	14,7	17,25	18,4	20,1	19,77	21,7	22,93	$\frac{22,93}{23,65} = 0,97$

Deutschen Reichsbahn und um 27% höher, als zu derselben Zeit bei den Österreichischen Bundesbahnen.

#### Die Verteilung der Leistung an Personenkilometern.

Die verhältnismäßig hohe tote Last im Personenverkehr bei den k. ung. Staatsbahnen folgt in erster Linie daraus, daß ein wesentlich höherer Anteil der Leistung an Personenkilometern auf die I. und II. Wagenklasse entfällt als bei der Deutschen Reichsbahn oder bei den Österreichischen Bundesbahnen. Demzufolge ist es natürlich, daß die Anzahl der Sitzplätze I. und II. Klasse in den Personenwagen der k. ung. Staatsbahnen verhältnismäßig hoch befunden wird und ihre Personenzüge auch schon deshalb mit einer wesentlich höheren toten Last verkehren.

Aus der Leistung an Personenkilometern entfielen bei den Vereinsbahnen in 1909 durchschnittlich 1,41% auf Reisende I. und 12,12% auf solche II. Klasse; die entsprechenden Kennzahlen waren im selben Jahre für die eigenen Strecken der k. ung. Staatsbahnen 3,39% und 27,47%.

Dadurch erklärt sich, daß im Jahre 1909 aus sämtlichen Sitzplätzen in den Personenwagen bei der Deutschen Reichsbahn 2,12% auf die I. und 13,3% auf die II. Klasse, bei den k. ung. Staatsbahnen zu derselben Zeit 6,23% auf die I. und 21,6% auf die II. Klasse entfielen.

Die Verteilung der Personenkilometer nach dem Weltkriege ist in Zahlentafel X dargestellt.

Zahlentafel X.

Verteilung der Personenkilometer-Leistung auf die Wagenklassen in %.

		1919	1922	1924	1926	1927
Bei den Deutschen Eisenbahnen*)	auf die I. Klasse	—	0,86	0,32	0,39	0,42
	„ „ II. „	—	9,24	8,32	6,39	5,94
	„ „ III. „	—	34,39	37,59	33,25	31,45
	„ „ IV. „	—	55,51	53,77	59,97	62,19
Bei den Österr. Bundesbahnen	„ „ I. „	—	—	—	1,04	0,92
	„ „ II. „	—	—	—	6,88	6,89
	„ „ III. „	—	—	—	92,08	92,19
Bei den k. ung. Staatsbahnen	„ „ I. „	2,51	1,86	1,28	1,00	0,89
	„ „ II. „	26,89	14,22	11,91	16,37	16,11
	„ „ III. „	70,60	83,92	86,81	82,63	83,00

\*) Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands, Bd. 48. Geschäftsjahr 1927.

Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, daß der Satz der Personenkilometer I. und II. Klasse bei den k. ung. Staatsbahnen auch nach dem Weltkriege bedeutend höher ist, als bei den deutschen Eisenbahnen, oder bei den Österreichischen Bundesbahnen. Nach Angaben in Zahlentafel X beträgt die Verhältniszahl der Personenkilometer I. Klasse bei den k. ung. Staatsbahnen im Verhältnis zu den deutschen Eisenbahnen auch noch 1927 mehr als doppelt soviel. Eine noch ungünstigere, im Verhältnis zu den deutschen Bahnen 2,72fache, zu den Österreichischen Bundesbahnen 2,34fache Verhältniszahl ergibt sich für die Personenkilometer II. Klasse.

#### Ausnutzung der Sitzplätze.

Die Höhe der toten Last wird im Personenverkehr zweifellos auch durch die Ausnutzung der Sitzplätze wesentlich beeinflusst.

Vor dem Weltkriege war bei den k. ung. Staatsbahnen auch die Ausnutzung der Sitzplätze ungünstiger als bei den Vereinsbahnen im allgemeinen.

So bezifferte sich die Ausnutzung der Sitzplätze im Jahre 1909 bei den Vereinsbahnen durchschnittlich mit 25,32%, dagegen bei den k. ung. Staatsbahnen nur mit 22,27%, d. h. auf einen Reisenden entfiel eine durchschnittlich um 4,5mal höhere tote Last, als auf einen Sitzplatz. Dabei müssen wir beachten, daß sich die Ausnutzung der Sitzplätze in den einzelnen Klassen verschieden gestaltet. Zweifellos war sie in der I. Klasse am schwächsten, unter 10%\*). Hier betrug die tote Last auf einen Reisenden wenigstens zehnmal soviel, als auf einen Sitzplatz. Da überdies die tote Last für einen Sitzplatz I. Klasse 800 kg übersteigt, machte die tote Last für einen Reisenden I. Klasse wenigstens 8000 kg, d. h. wenigstens das Hundertfache des durchschnittlichen Gewichtes eines Reisenden mit Gepäck aus.

Es ist demnach verständlich, daß der Personenverkehr der k. ung. Staatsbahnen vor dem Weltkriege mit bedeutenden toten Gewichten belastet war. Bezeichnenderweise war der Personentarif der k. ung. Staatsbahnen trotz alledem zu jener Zeit am billigsten unter allen größeren Bahnunternehmungen, wie heute auch noch.

Nach dem Weltkriege ist die Ausnutzung der Sitzplätze zweifelsohne günstiger geworden, bei den k. ung. Staatsbahnen betrug sie in der zweiten Hälfte 1927/28 immerhin schon 28,74%.

Nach Zahlentafel IX stellte sich die tote Last bei den k. ung. Staatsbahnen 1919/20 und 1920/21, sowie bei der Deutschen Reichsbahn 1922 und 1923 verhältnismäßig günstig. In diesen Jahren konnte bei den k. ung. Staatsbahnen bezüglich ihrer Personenzüge, von einer Bequemlichkeit kaum die Rede sein. Die Züge waren überfüllt, die Abteile und Seitengänge von stehenden Reisenden besetzt, ja sogar auf dem Wagendache haben oft soviel Reisende Platz genommen, wie unter regelrechten Umständen im Wagen. In diesen Jahren überstieg die Ausnutzung der Sitzplätze oft 100% erheblich.

Es ist eine Tatsache, daß sich die Personenzugleistung der k. ung. Staatsbahnen in den letzten Jahren, um den Wünschen der öffentlichen Meinung nachzukommen, in höherem Maße erhöht hatte, als die Zahl der Personenkilometer; hierdurch wurde die tote Last gesteigert.

Zur Hebung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes hat man jedenfalls erhöhte Ausnutzung der Sitzplätze und dadurch Herabsetzung der toten Last anzustreben.

#### Verhältnis der Nutzlast zur toten Last im Gesamtverkehr.

Die Änderung der auf eine Nutztonne entfallenden toten Last im Gesamtverkehr wird in Zahlentafel XI wiedergegeben.

Es war eine Folge der hohen toten Last im Personenverkehr, daß sich die tote Last im Gesamtverkehr bei den k. ung. Staatsbahnen sowohl 1909 wie auch 1926/27 höher stellte als bei der Deutschen Reichsbahn oder als bei den Österreichischen Bundesbahnen. Demgegenüber hat sie sich bei den k. ung. Staatsbahnen von 1909 bis 1927 infolge der Abnahme der toten Last im Güterverkehr in höherem Maße vermindert als bei der Deutschen Reichsbahn, während die tote Last des Gesamtverkehrs bei den Österreichischen Bundesbahnen im selben Zeitraume um 18,5% gestiegen ist.

Die auf den gesamten Verkehr bezogene tote Last stellt eigentlich die Resultante der toten Lasten des Personen- und Güterverkehrs vor. Aber die so bestimmte tote Last ist offenbar weniger aufschlußreich als die für den Personen- und Güterverkehr gesondert festgestellten toten Lasten.

Wir haben gesehen, daß die tote Last auf eine Nutztonne im Personenverkehr bedeutend höher ist (bei den k. ung. Staatsbahnen über das 20fache) als im Güterverkehr. Die

\*) Kornel v. Zelovich: A vasutak üzemi költsége. „Betriebskosten der Eisenbahnen“. Zeitschrift: „Közgazdasági Szemle“. Jahrgang 1923. S. 701.

## Zahlentafel XI.

Änderung der toten Last (in t) im Gesamtverkehr.

	1909	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	
Deutsche Reichsbahn . . .	2,285	—	—	—	1,72	1,98	1,94	—	2,17	2,02	$\frac{2,02}{2,285} = 0,885$
Österr. Bundesbahnen . . .	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	2,37	$\frac{2,37}{2,00} = 1,185$
K. ung. Staatsbahnen . . .	2,865	3,93	2,83	2,66	2,62	2,41	2,33	2,33	2,46	2,387	$\frac{2,387}{2,865} = 0,833$

tote Last des Gesamtverkehrs stellt sich demnach um so höher, je mehr die Betriebsleistung auf den Personenverkehr entfällt.

Demnach ist die auf den Gesamtverkehr bezogene tote Last nur bei solchen Eisenbahnen zum Vergleich geeignet, wo die Verteilung des Personen- und Güterverkehrs ungefähr die nämliche ist.

Selbstverständlich gilt eine ähnliche Bedingung auch für die als Maß der Wirtschaftlichkeit betrachteten Einheitskosten der Nutztonnenkilometer. Aus diesem Grunde wurde weiter oben betont, daß diese Kosten zum Vergleiche der Betriebsführung der Eisenbahnen innerhalb gewisser Grenzen geeignet seien.

Am Ende des ersten Jahrzehntes unseres Jahrhunderts entfielen auf den Vereinsbahnen aus der gesamten Betriebsleistung an Bruttotonnenkilometern im Mittel 25% auf den Personenverkehr. Hieraus folgt, daß bei allen Eisenbahnen, wo die Leistung des Personenverkehrs in Bruttotonnenkilometern angenähert im angegebenen Verhältnis zum Gesamtverkehr steht — bei den meisten Vereinsbahnen lag ein ähnliches Verhältnis vor — die Einheitskosten auf ein Nutztonnenkilometer als ein geeignetes Maß zum Vergleich der Wirtschaftlichkeit des Betriebes gewählt werden konnten.

#### Das Vorherrschen des Personenzugverkehrs.

Aus dem Vorausgeschickten erklärt sich, daß die Höhe der toten Last des Gesamtverkehrs durch die Änderung der Verkehrsverhältnisse wesentlich beeinflusst wird.

Im Gesamtverkehr der k. ung. Staatsbahnen hat die tote Last 1926/27 gegenüber der von 1909 in 4,6mal geringerem Maße abgenommen als im Güterverkehr. Die geringere Abnahme im Gesamtverkehr hängt mit der verhältnismäßig bedeutend höheren toten Last des Personenverkehrs zusammen.

Einer bedeutenderen Abnahme der toten Last im Gesamtverkehr stand auch der Umstand im Wege, daß die Leistung der Personenzüge in den letzten Jahren einen viel höheren Anteil der gesamten Bruttotonnenkilometer bildete als vor dem Weltkriege. So entfielen bei den k. ung. Staatsbahnen aus der Gesamtleistung an Bruttotonnenkilometern 1925/26 43,6%, 1926/27 43,3% auf den Personenzugverkehr, während dieser Anteil 1909 nur 24,24% betrug.

Wenn die Leistung an Bruttotonnenkilometern der Personenzüge 1926/27 nicht 43,3%, sondern, wie in den guten alten Zeiten nur 25% der Gesamtleistung ausgemacht hätte, so wäre zur Beförderung einer Nutztonne des Gesamtverkehrs anstatt 2,37 t nur eine tote Last von 1,71 t erforderlich gewesen, d. h. eine um  $\left(\frac{2,02}{1,71} = 1,18\right) = 18\%$  geringere tote Last als bei der Deutschen Reichsbahn 1927.

Bei den k. ung. Staatsbahnen entfielen aus der Leistung an Bruttotonnenkilometern auf die Personenzüge im Jahre 1909 24,24%, im Jahre 1926/27 43,3%. Die verhältnismäßige Zunahme beträgt  $\left(\frac{43,3}{24,24} = 1,79\right) = 79\%$ .

Bei den Österreichischen Bundesbahnen war der Anteil der Personenzüge an der Gesamtleistung 1909 17,75%, 1927

36,8%. Die Zunahme beziffert sich hier  $\left(\frac{36,8}{17,75} = 2,07\right)$  auf

107%. Demgegenüber entfielen aus der gesamten Leistung an Bruttotonnenkilometern bei den deutschen Bahnen im Jahre 1909 26,81, bei der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1927 30% auf die Personenzugleistung. Die relative Zunahme war

nur  $\left(\frac{30,00}{26,81} = 1,12\right)$  12%, d. h. bezogen auf die k. ung.

Staatsbahnen 6,5mal, auf die Österreichischen Bundesbahnen 8,9mal geringer.

Mit Hinsicht auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes werden die k. ung. Staatsbahnen durch das bedeutende Überragen des Personenzugverkehrs vor eine schwere Aufgabe gestellt. Wir dürfen nämlich nicht vergessen, daß sowohl für die k. ung. Staatsbahnen wie für die meisten größeren Bahnverwaltungen der Personenverkehr auch vor dem Weltkriege mit Verlusten verknüpft war, aber entfernt nicht in dem Maße, wie heute infolge des Vorherrschens des Personenverkehrs.

Es ist offenbar, daß der Gütertarif, um die Verluste im Personenverkehr auszugleichen, zur Erhaltung des wirtschaftlichen Gleichgewichtes höher gesetzt werden muß, als es ohne die erwähnten Verluste nötig wäre. Daraus folgt, daß das Übergewicht des Personenverkehrs, wenn der Personentarif nicht entsprechend erhöht wird, einen verhältnismäßig höheren Gütertarif verlangt.

Aus unseren Betrachtungen über die tote Last können wir den Schluß ziehen, daß man beim Vergleiche der Betriebsführung der Eisenbahnen mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit, in Verbindung mit der Berechnung der Einheitskosten des Nutztonnenkilometers, die Höhe der toten Last gesondert für den Personen- und für den Güterverkehr festzustellen und das Verteilungsverhältnis des Verkehrs in Personen- und Güterverkehr zu berücksichtigen hat.

#### Verhältnis der Nutzzeit zur Verlustzeit.

Aus unseren bisherigen ausführlichen Betrachtungen geht klar hervor, daß der Wirkungsgrad des Eisenbahnbetriebes durch das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last erheblich beeinflusst wird.

Da der Wirkungsgrad des Betriebes das Verhältnis der Nutzleistung zur Gesamtleistung darstellt, ist es selbstverständlich, daß auf diesen Wirkungsgrad und hierdurch auf die Betriebskosten außer dem Verhältnisse der Nutzlast zur toten Last auch das Verhältnis der nützlichen zur unnützen Zeit, d. h. auch der Wagenlauf einen beträchtlichen Einfluß ausübt.

Im Güterverkehr der Eisenbahnen bedarf wohl der Wagenlauf einer Beschleunigung.

Es steht außer Zweifel, daß, je kürzer der Wagenlauf, desto öfter die Fahrzeuge zur Beförderung benützt werden können. In diesem Falle kann derselbe Güterverkehr mit weniger Wagen bewältigt werden. Als günstige Folge tritt auf, daß neue Wagen erst später beschafft werden müssen.

Je schneller der Wagenumlauf, je kürzer die zu den einzelnen Fahrten erforderliche Zeit, desto kürzere Zeit sind die Strecken und die Bahnhöfe durch Wagen besetzt, desto höher stellt sich ihre Leistungsfähigkeit. Demnach können wir letzten Endes durch die Beschleunigung des Wagenlaufes die Leistungsfähigkeit der Eisenbahn gewissermaßen steigern und ihre Betriebskosten herabsetzen.

#### Güterwagenumlauf bei den kön. ungar. Staatsbahnen.

Die Beschleunigung des Wagenlaufes und damit der Güterbeförderung ist heute, wegen des Wettbewerbs der Kraftwagen, sozusagen eine Lebensfrage. Es ist demnach verständlich, daß sich die größeren Eisenbahnen neuerdings mit dieser Frage eingehend befassen und die Umlaufzeit der Güterwagen zu verkürzen bestrebt sind.

Bei den Staatsbahnen des unversehrten Ungarns betrug die durchschnittliche Umlaufzeit der Güterwagen vor dem Weltkriege, im Jahre 1913, rund 6 Tage. Dieser Wert hat sich schon während des Jahres 1914 auf 9,4 Tage erhöht.

Bei den verkrüppelten Staatsbahnen des verstümmelten Landes war die Wagenumlaufzeit im Sommer 1919 sogar 62,4 Tage, die aber bis zum Jahresschluß auf 27,7 Tage herabgedrückt werden konnte.

Den „andauernden Bestrebungen nach wirtschaftlichem Betriebe entsprach eine allmähliche Abnahme der Wagenumlaufzeit. Ende 1920 betrug diese im Mittel 16,5, Ende 1921 11,1, Ende 1922 10,2 Tage\*).

Die durch die Berechnungen der Verkehrshauptsektion der k. ung. Staatsbahnen ermittelte Wagenumlaufzeit in den letzten vier Kalenderjahren wird in Zahlentafel XII dargestellt.

Zahlentafel XII.

Wagenumlaufzeit bei den k. ung. Staatsbahnen.

	1925	1926	1927	1928	
Gedckte Güterwagen .	10,05	8,61	6,73	6,50	Tage
Offene „	9,88	8,00	5,94	6,01	„

Aus den Angaben der Zahlentafel ist eine erhebliche Besserung in den letzten Jahren zu erkennen und es zeigt sich, daß durch zielbewußte, folgerichtige Arbeit trotz ungünstiger Umstände Erfolge erreicht werden können.

Wohl ist die Wagenumlaufzeit bei der Deutschen Reichsbahn bedeutend kürzer. Nach Beobachtungen betrug die volle Umlaufzeit im Herbst 1925 96,22 Stunden\*\*), d. h. etwas mehr, als 4 Tage. Im Herbst 1928 ergab sich sogar eine volle Umlaufzeit zu 73,1 Stunden, d. h. zu 76% des Wertes von 1925.

Beim Vergleich darf man aber nicht außer Acht lassen, daß einerseits die Grundgeschwindigkeit der Güterzüge bei der Deutschen Reichsbahn infolge Einführung der durchgehenden Bremse viel höher ist als bei den k. ung. Staatsbahnen und das Rangieren auf den zeitgemäß eingerichteten Deutschen Bahnhöfen durch Mechanisieren des Dienstes bei den Ablaufbergen viel schneller vor sich geht, als in den

Rangierbahnhöfen älterer Bauart der k. ung. Staatsbahnen; ferner, daß in und vor den Bahnhöfen der Deutschen Reichsbahn viel günstiger entwickelte Gleisanlagen zur Verfügung stehen und das Beladen und Entladen, auch durch die Verwendung von Schnellentladewagen, rascher geschieht als bei den k. ung. Staatsbahnen.

Auf die Wagenumlaufzeit der Deutschen Reichsbahn übt außerdem der viel stärkere, dichtere Verkehr einen günstigen Einfluß aus, da er es ermöglicht, die entladenen Wagen häufiger in demselben Bahnhof wieder zu beladen.

Bei der oben erwähnten Beobachtung des Wagenlaufes im Herbst 1928 hat man der Weiterverwendung von 101194 Wagen nachgeforscht und gefunden, daß über die Hälfte dieser Wagenmenge, 53484 Wagen, nach dem Entladen in demselben Bahnhof sofort wieder zur Aufnahme von Gütern benützt wurden\*).

Dagegen wirkt bei den k. ung. Staatsbahnen das Vorherrschen des Personenzugverkehrs auch hinsichtlich des Wagenlaufes ungünstig. Bei dichter Personenzugfolge müssen nämlich die Güterzüge in den Bahnhöfen zwecks Kreuzung oder Überholung länger warten. Dieser Umstand fällt offenbar dem Wagenumlauf auf eingleisigen Strecken stärker zur Last. In dieser Beziehung befindet sich die Deutsche Reichsbahn wieder in einer viel günstigeren Lage als die k. ung. Staatsbahnen, einerseits, weil bei der Deutschen Reichsbahn das Vorherrschen des Personenzugverkehrs nicht in dem Ausmaße vorliegt wie bei den k. ung. Staatsbahnen, andererseits, weil der Anteil an zwei- und mehrgleisigen Strecken bei der Deutschen Reichsbahn viel höher ist als bei den k. ung. Staatsbahnen.

#### Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes und die wissenschaftliche Technik.

Selbstverständlich werden sowohl durch die Minderung der toten Last wie auch durch die Beschleunigung des Wagenlaufes größere Erfolge erzielt bei Bahnunternehmungen, die in ihren Einrichtungen auf der Höhe der Fortschritte der wissenschaftlichen Technik verbleiben können. Bei den Bestrebungen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes muß man folglich die Bahneinrichtungen durch die Verwendung der neuesten Errungenschaften der wissenschaftlichen Technik ständig vervollkommen.

Der Wahlspruch der ersten, dem öffentlichen Verkehr dienenden Bahn, der 1825 in Betrieb genommenen Eisenbahn Stockton—Darlington lautete: „Periculum privatum, utilitas publica. (Gefahr des einzelnen, Nutzen der Allgemeinheit.)

Durch ein Jahrhundert strebte die wissenschaftliche Eisenbahntechnik an, das „periculum privatum“ zu mildern und die „utilitas publica“ zu erhöhen.

Dieselbe Aufgabe bietet sich ihr auch in der Zukunft, die sie nur dann zu lösen vermag, wenn ihre Winke durch die Bahnverwaltungen befolgt werden.

In der Entwicklung der Einrichtungen der Eisenbahnen gibt es keine Rast, die Beharrung kommt schon dem Rückfalle gleich.

Das berühmte Weltgesetz von Herakleitos, wonach sich alles bewegt, verändert, fließt (πάντα ῥεῖ), trifft nämlich mehr als irgendwo auf den Eisenbahnverkehr zu.

\*) Tecklenburg: Die Güterwagenumlaufmittlung. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. 1929. Nr. 6.

\*) Dionys Kelety: A magyar államvasutak gazdasági és pénzügyi helyzete. Wirtschaftliche und Finanzlage der k. ung. Staatsbahnen. Zeitschrift: „Közgazdasági Szemle“. 1923. S. 570.

\*\*) Heineck: Die Güterzugbildung als Grundlage eines beschleunigten Wagenlaufes. Verkehrstechnische Woche 1926. Heft 48.

## Grundsätzliches über die Verwendung von Öltriebwagen.

Von Dipl.-Ing. Dr. Gabriel von Veress, Betriebsdirektor der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Die Verwendung von Triebwagen mit Verbrennungskraftmaschinen, hier kurz Öltriebwagen genannt, nahm nach dem Kriege bei vielen Großbahnen einen großen Aufschwung. Die unvermittelt gestellten Ansprüche nach gesteigerter Verkehrsleistung früher (vor dem Kriege) vernachlässigter Verkehrswege, die wirtschaftlich bedrängte, auch durch den Kraftwagenwettbewerb verschärfte Lage der Eisenbahnen und schließlich die Entwicklung der Technik der Verbrennungskraftmaschinen brachten den Eisenbahnen ein neues Verkehrsmittel, eben den Öltriebwagen.

Einige Bedingungen der Verwendung. Der Öltriebwagen dient der Abwicklung eines verhältnismäßig schwachen Verkehrs, ist also für kleine Leistungen bestimmt, die die Großbahnen mit ihren gewöhnlichen Verkehrsmitteln nur unwirtschaftlich bewältigen könnten.

Der Begriff „kleine Leistung“ ist jedoch näher zu erklären. Rein technisch wäre es am einfachsten zu sagen, daß jene Leistungen klein zu nennen sind, zu deren Abwicklung Regelspurlokomotiven zu verwenden nicht mehr wirtschaftlich ist, also Leistungen der Beförderung von Zuglasten etwa unter 100 t bei mittleren Geschwindigkeiten.

zu Land stark mit hineinspielen. Ihre untere Grenze ist gegeben durch die Auffassung der Bahnen über die Größe des Verkehrs, der dem Kraftwagenwettbewerb kampfflos überlassen werden kann.

Diese Unbestimmtheit wäre denjenigen Beurteilern vor Augen zu halten, die hier an einer bestimmten Grenze grundsätzlich festhalten möchten und freier handelnde Bahnen wegen Überschreitungen nach der oberen oder nach der unteren Grenze hin verurteilen.

Das Verwendungsgebiet der Triebwagen ist nicht nur nach der Verkehrsleistung zu begrenzen. Die Verbrennungskraftmaschine ist bekanntlich Leistungsschwankungen weniger gewachsen, als die Dampfmaschine. Da aber Verkehrsschwankungen im allgemeinen unvermeidlich sind, so müssen wenigstens diejenigen Leistungsschwankungen vermieden werden, die sich durch den Betrieb auf Strecken mit stark wechselndem Gefälle ergeben könnten. Man verwende daher Triebwagen möglichst auf ebenen Strecken mit Neigungen unter 1:100, weil die Überwindung von Steigungen Kraftreserven erfordert, die in den ebenen Teilen der Strecke unausgenutzt blieben. Die schnelllaufenden Dieselmotoren sind in dieser Beziehung günstiger, da sie sowohl bei halber, als auch bei voller Belastung annähernd mit demselben Brennstoffverbrauch arbeiten; sie sind jedoch derzeit noch bei weitem nicht vollendet, sondern erst in der Entwicklung begriffen. Ihre Verwendung auf Gebirgstrecken würde durch die nötige Kraftreserve zur Erhöhung der Kapitalkosten führen.

Wenn auch die Triebwagen nur auf ebenen Strecken in Verkehr gesetzt werden, so bleiben noch immer diejenigen regelmäßigen und unregelmäßigen Leistungsschwankungen, die im Eisenbahnbetrieb nicht zu umgehen sind.

Zeitliche Leistungsschwankungen ergeben sich aus den regelmäßig wiederkehrenden Verkehrsstößen, und zwar:

- tägliche (Arbeiterverkehr, Beamtenverkehr, Schülerverkehr);
- wöchentliche (zu Wochenmärkten, Festtagsverkehr);
- jährliche (Jahrmärkte, religiöse Feste, politische und sportliche Veranstaltungen usw.).

Diese Schwankungen müssen dem Betriebe bekannt sein und dürfen keine Überraschungen verursachen.

Unregelmäßige Leistungsschwankungen entstehen z. B. durch plötzliche Änderung der Witterung (Schnee, Wind) und mitunter durch unerwartete Erhöhung der Ausnützung der Züge.

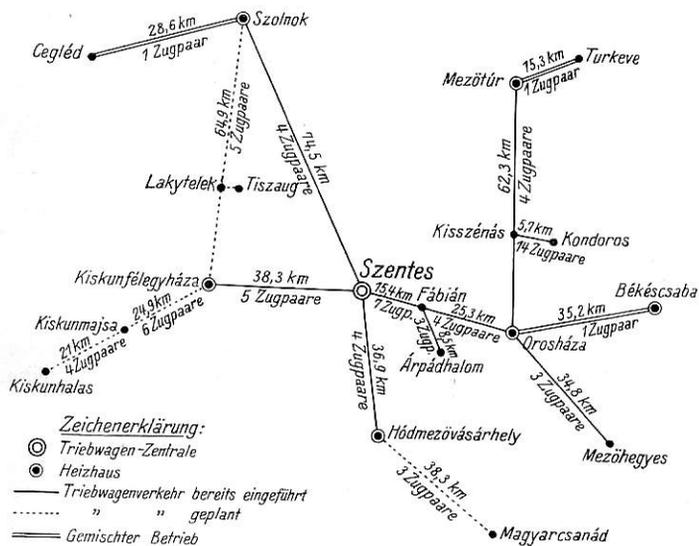
Der Triebwagenbetrieb muß diesen unvermeidlichen Schwankungen innerhalb vernünftiger Grenzen gewachsen sein.

Maschinelle Einrichtung. Um die Schwierigkeiten zu überwinden, die aus den Verkehrsschwankungen entstehen, könnte man im allgemeinen auf drei Arten verfahren.

Erstens kann man einen gemischten Betrieb führen und zwar schwere Züge mit Dampflokomotiven, leichtere Züge mit Triebwagen. Diese Betriebsführung bietet Schwierigkeiten wegen Aufstellens und Instandhaltens zweier Maschinenarten. Es ist sehr schwer, die Betriebsausgaben nach ihnen zu trennen, das Personal wird zu wesentlich verschiedenen Diensten mit verschiedener Entlohnung herangezogen.

Zweitens könnte der Betrieb durchwegs mit Triebwagen abgewickelt werden und Lokomotiven stünden als Reserve für Ausnahmefälle zur Verfügung. Die Reservelokomotiven können jedoch gewöhnlich den Forderungen des auf reinen Triebwagenbetrieb zugeschnittenen Fahrplans nicht entsprechen (siehe unten).

Drittens könnten Triebwagen mit überstarken Maschinen verwendet werden, wobei die Kapitalkosten größer werden und



### Übersicht

des Bereiches der Triebwagenzentrale in Szentés (Ungarn).

Demgegenüber werden aber in den Vereinigten Staaten aus bekannten wirtschaftlichen Gründen auch zur Beförderung von Zuglasten weit über 100 t noch Triebwagen von 300 bis 800 PS verwendet.

Bei den ungarischen Staatsbahnen werden in der Mehrzahl zweiachsige Triebwagen von 75 bis 90 PS Leistung verwendet; die Privatbahnen gehen mit der Leistung noch weiter herab, sie verwenden Schienen-Autobusse und sogar Schienenautos im öffentlichen Verkehr. (!)

Im nichtamtlichen Teil der „Reichsbahn“ (4. Jahrgang, Heft 43 vom 24. Oktober 1928, S. 922) veröffentlicht Reichsbahndirektor Student einen beachtenswerten Aufsatz über die Kosten des Triebwagendienstes und bezeichnet als die untere Grenze für Verwendung von Triebwagen einen Verkehr, der noch zu stark ist, „um ihn kampfflos dem Autoverkehr zu überlassen“. An anderer Stelle meint Student, daß für die Verwendung der zweiachsigen 75 PS-Triebwagen der öffentliche Verkehr wenig Gelegenheit bietet, so daß eine weitere Beschaffung dieser Wagen sich nicht empfehle.

Die obere Grenze der „kleinen Leistung“ ist also unbestimmt, weil hier wirtschaftliche Gegebenheiten von Land

der Betrieb bei kleineren Leistungen weniger wirtschaftlich wird. Bauen wir aber Maschinen für verschiedene Leistungen, so wird der Betrieb durch die Vielheit der Triebwagentypen unwirtschaftlich.

Die Maschinenanlage der möglichst auf ebenen Strecken zu verwendenden Triebwagen soll a) den bereits erwähnten unvermeidlichen Schwankungen des Verkehrs gewachsen sein, b) aus normierten Einheitselementen zusammengestellt sein und c) mit größter Wirtschaftlichkeit arbeiten.

Diesen Bedingungen könnten Maschinenanlagen genügen, deren Motoren aus Einheitszylindern von rund 20 PS Leistung zu Vierzylinder- oder zu Sechszylinder-Motoren von 80 und 120 PS Leistung zusammengebaut sind. Diese Maschinenanlagen können zu zweien in vierachsige Triebwagen eingebaut werden. Wenn die beiden Maschinenanlagen der zwei Triebwagentypen (Type I = 2 × 80 PS, Type II = 2 × 120 PS) unabhängig voneinander betätigt werden können, so lassen sich mit diesen zwei Triebwagentypen folgende Leistungen erreichen:

1. Type I mit einem Motor arbeitend . . . . . 80 PS
2. Type II mit einem Motor arbeitend . . . . . 120 PS
3. Type I mit zwei Motoren arbeitend . . . . . 160 PS
4. Type II mit zwei Motoren arbeitend . . . . . 240 PS

Mit diesen Typen kann jede der oben geschilderten, regelmäßigen und unregelmäßigen Schwankungen des Verkehrs überwunden werden, sie gestatten die Verwendung von Einheitsmaschinen und sichern eine wirtschaftliche Betriebsführung.

Man könnte diese Typen weiter vereinfachen und eine einzige Type bauen u. zw. einen vierachsigen Triebwagen mit zwei Maschinenanlagen, von denen die eine 80 PS, die andere 120 PS leistet. Durch wahlweise Benützung der einen oder anderen Maschinenanlage oder durch ihre gleichzeitige Benützung, kann dieser Triebwagen in drei Leistungsstufen (80, 120 oder 200 PS) arbeiten.

Es muß noch erwähnt werden, daß Triebwagen mit elektrischer Kraftübertragung neben vielen Nachteilen den großen Vorteil besitzen, daß sie zur Überwindung von Leistungsschwankungen besonders geeignet sind, da während des ganzen Fahrbereiches die Leistung des Verbrennungsmotors in seiner besten Arbeitslage ausgenützt werden kann.

Vergleich mit dem Dampfbetrieb. In der sonst sehr kargen Literatur über Öltriebwagen bildet der Vergleich zwischen Triebwagen und Dampflokomotive eine stets wiederkehrende Streitfrage. Die Vorteile des Triebwagenbetriebes sind dort weit und breit erörtert, es scheint jedoch erwünscht, einiges noch schärfer hervorzuheben.

Vor allem sei auf den großen Vorteil des Triebwagens hingewiesen, daß für ihn bei gleichem Oberbau ein größerer Achsdruck und eine größere Geschwindigkeit zulässig ist, als für die Dampflokomotive. Dieser Vorteil hat für Bahnen mit schwachem Oberbau eine große Bedeutung und der Wert dieses Vorteils läßt sich an Hand der Anlage I des Achsdruckverzeichnisses gut beurteilen.

Der Betrieb steht nämlich auf Bahnen mit schwachem Oberbau oft einem Grenzfall gegenüber, der sowohl die Fahrplangestaltung, als auch den Zugförderungsdienst erschwert und zu ungünstigen, unwirtschaftlichen Halblösungen zwingt.

Die Zulässigkeit größerer Achsdrücke und größerer Geschwindigkeiten für Triebwagen erklärt sich aus folgendem:

In den Technischen Vereinbarungen (§ 102, 3) ist bindend vorgeschrieben, daß bei Lokomotiven „die an jedem Rade bei der größten zulässigen Geschwindigkeit auftretende freie Fliehkraft nicht mehr als 15% des im Stillstand gemessenen Raddruckes betragen darf“. Das ist ein Kompromiß zwischen der Achsdruckänderung (lotrechte Komponente der freien Kräfte) und der Schlingerbewegung der fahrenden Lokomotive. Mit Rücksicht auf diese Regel darf man bei Triebwagen, bei

deren Lauf keine Achsdruckänderungen auftreten, weil unausgeglichene Massen und freie Kräfte nicht vorhanden sind, einen um 15 v. H. größeren Achsdruck gestatten.

Mit dem Zuschlage von 15 v. H. auf den im Stillstand gemessenen Raddruck ist dem Bestreben, die Schlingerbewegung zu beheben, eine Grenze gesetzt. Es bleiben bei Dampflokomotiven immer unausgeglichene freie Kräfte übrig, die Schlingerbewegung erzeugen und die die Höhe der Geschwindigkeit begrenzen. Bei Triebwagen gibt es keine freien Massen, folglich keine Schlingerbewegung und keine Geschwindigkeitsbegrenzung mit Rücksicht auf freie Kräfte.

Auf Grund von Erwägungen, die hier zu weit führen würden, kann man auf demselben Oberbau die zulässige Geschwindigkeit für Triebwagen um 25 v. H. erhöhen.

Dagegen könnten Kreiselwirkungen in Betracht kommen, sie können jedoch bei den nur geringen Schwungradmassen der Triebwagen vernachlässigt werden.

Um 15 v. H. größerer Achsdruck, um 25 v. H. größere Geschwindigkeit dürften sicher jedem Betriebsmann willkommen sein, der mit schwachem Oberbau zu tun hat.

Ferner hat der Öltriebwagen einen viel größeren Fahrbereich als die Dampflokomotive. Dieser Vorteil kommt besonders bei Lokalbahnen zum Vorschein, bei denen mit den Betriebseinrichtungen meist sehr gespart wird. (Kohlenbeschickung durch Hand, Wasserfassen durch Strahlpumpen usw.) Auf diesen Linien verkehren meistens kleine Lokomotiven mit kleinem Wasser- und Kohlenvorrat, die zu häufigen und langen Dienstaufhalten nötigen. Lange Strecken können mit Triebwagen in kürzerer Reisezeit zurückgelegt werden als mit Dampflokomotiven, die nur in weit entfernten Stationen gewechselt werden können und viele Dienstaufhalte erfordern. Deshalb kommt es sehr oft vor, daß der richtig eingesetzte Triebwagen, wie schon oben erwähnt, bei demselben Fahrplan nicht durch eine Dampflokomotive ersetzt werden kann.

Es mögen von den oft erwähnten Vorteilen der Triebwagen die soeben angeführten deshalb hervorgehoben werden, da sie gelegentlich für die Verwendung entscheidend sein können.

Und nun zum springenden Punkt! Nach den eingehenden Ausführungen des Reichsbahndirektors Student ist dem Vergleiche der Wirtschaftlichkeit wenig hinzuzufügen. Nun wäre zu betonen, daß für die Wirtschaftlichkeit des Triebwagens seine richtige Verwendung von besonderer Bedeutung ist. Bei richtiger Verwendung muß die Kilometerleistung (auf das Jahr, oder zwischen zwei Hauptausbesserungen) möglichst groß sein. Hier erleidet der Triebwagen oft eine ungerechte Beurteilung. Der Triebwagen ist Maschine und Wagenzug in einem. Wird die Dampflokomotive zur Ausbesserung oder Nachschau abgestellt, so läuft und verdient der Zug weiter; wird aber der Triebwagen abgestellt, so fallen seine Einkünfte aus. Der Triebwagenbetrieb ist also dann am Platze, wenn es sich lohnt, einen ausreichenden Reservenvorrat an Maschinenausrüstungen zu halten. Als Reserve sollen möglichst vollständige Maschinen als Ersatz der wegen Nachschau und Ausbesserung ausfallenden zur Verfügung stehen. Man denke sich z. B. einen Betrieb mit sechs Triebwagen, der bei einer täglichen Leistung von 200 km im Jahre rund 430 000 km zu leisten vermag, dem daneben noch eine Reservemaschine zur Verfügung steht, so daß also wegen Ausbesserung und Untersuchung keine Leistung der Triebwagen verloren geht. Hat man aber bei diesem Betriebe keine Reserveanlage und braucht jeder Wagen etwa zwei Monate für Untersuchung und Ausbesserung, so fällt für den Betrieb im ganzen Jahre ein Wagen aus, das sind 72 000 km Leistung.

Den Vergleichsversuchen zur Bestimmung der Wirtschaft-

lichkeit haftet meistens der Fehler an, daß man eine Triebwageneinheit mit einer Lokomotiveinheit vergleicht. Beim Vergleiche der beiden Betriebsmittel wird oft vergessen, daß die Dampflokomotive auf eine hundertjährige Entwicklung zurückblickt und daß die Großbahnen mit allen ihren technischen und betrieblichen Einrichtungen, sowie in der Besetzung dem Dampflokomotivbetriebe angepaßt sind. Man legt den Kostenberechnungen und Vergleichen diejenigen Zahlen zugrunde, die sich im Lokomotivgroßbetriebe ergeben haben und erwartet vom Triebwageneinzelbetrieb ähnliche Erfolge. Bei diesem Vorgehen ist das Ergebnis natürlich ein bloß geringfügiger Unterschied im Werte einiger Scheidemünzen zugunsten oder zu Lasten der Öltriebwagen.

Beispiel für einen ausschließlichen Öltriebwagenbetrieb. Zum Schluß sei noch ein Beispiel zur Beleuchtung der Verhältnisse eines Betriebes gegeben, bei dem der Personenverkehr ausschließlich mit Öltriebwagen abgewickelt wird. In dem beigefügten Bilde sind die Streckenlängen in Kilometer, die Dichte des Personenverkehrs in Zugpaaren angegeben und die Streckenabschnitte durch Stationsnamen bezeichnet. Auf den einzelnen Streckenabschnitten verkehren die angegebenen Zugpaare als Triebwagenzüge und überdies täglich überall ein Güterzugpaar mit Postwagen. Briefpost, Gepäck und Expreßgüter befördern aber auch die Triebwagen.

Von den mit diesem Triebwagenbetrieb gemachten reichlichen Erfahrungen sei hier folgendes besonders hervorgehoben.

## Tränkung mit einer Mischung von Buchenholzteeröl und Mineralölprodukt.

Von Josef Gellért, Dipl.-Ing., Oberinspektor.

Wie die meisten Eisenbahnen in Mitteleuropa, so haben auch die ungarischen Staatsbahnen die Tränkung im Anfang mit Metallsalzen ausgeführt.

Nach den ungünstigen Ergebnissen der Metallsalztränkung wurde in den Jahren 1901 bis 1913 die Tränkung mit Öl begonnen. Da Steinkohlenteeröl im Inlande nicht zu beschaffen war, dagegen die in den Waldgegenden Groß-Ungarns tätigen Holzdestillationen Buchenteeröl in beträchtlicher Menge erzeugten, bot sich die Gelegenheit zur Tränkung mit Buchenholzteeröl.

Das verwendete Öl enthielt gemäß den damaligen Bestimmungen mehr als 32% Bestandteile antiseptischer Wirkung. Infolge dieses hohen Anteils erschien es wirtschaftlich, das Buchenteeröl verdünnt anzuwenden.

Dipl.-Ing. Oberinspektor Johann Polifka, der Tränkungsreferent bei der Direktion der k. ung. Staatsbahnen, sowie sein Mitarbeiter Chemiker Albert Grittner haben im Jahre 1897 vorgeschlagen, das Buchenteeröl mit einem in der Petroleumraffinerie als Nebenprodukt gewonnenen billigen Öl verdünnt zur Schwellentränkung zu verwenden.

Dieser Vorschlag wurde angenommen; nach den günstigen Ergebnissen kleinerer Versuche wurde im Jahre 1901 für dieses Verfahren in Perecseny eigens eine Öltränkanlage gebaut, wohl die erste, die eine solche Ölmischung verwendete. —

In dieser Anlage wurden folgende Mengen von Buchenschwellen getränkt:

Im Jahre 1901 . . .	9418	Stück	Buchenschwellen
„ 1902 . . .	20940	„	„
„ 1903 . . .	54237	„	„
„ 1904 . . .	37638	„	„
„ 1905 . . .	50362	„	„
„ 1906 . . .	43275	„	„
„ 1907 . . .	44595	„	„

Insgesamt: . . 260461 Stück Buchenschwellen.

Die Anzahl der Reisenden hat sich seit Einführung dieses Betriebes bedeutend vermehrt. Früher verkehrten auf diesen Linien ausschließlich gemischte Züge, deren lange Reisezeit allmählich zu einer regen Belebung des Kraftwagenverkehrs auf den gleichlaufenden Landstraßen geführt hatte. Die Zunahme des Personenverkehrs belief sich im Jahre 1927/28 auf 64,5 v. H. gegenüber dem Jahre 1925/26 und auf weitere 42,6 v. H. gegenüber dem Vorjahre. Der Zuwachs der Reisenden ist größer, als jener der Personenkilometer, was auf eine Belebung des Nah-Personenverkehrs hinweist. Einige Kraftwagengesellschaften waren seither genötigt, ihren Betrieb einzustellen.

Zur Abwicklung des Verkehrs durch die Triebwagenzentrale in Szentes sind 26 Triebwagen nötig. Die tägliche Leistung dieses Triebwagenparks beträgt 4062,8 km. Die Jahresleistung ist also rund anderthalb Millionen Zugkilometer und es fallen auf einen Triebwagen im Jahre rund 58000 km. Als Reserve sind weitere vier Triebwagen und zwei komplette Maschinenausrüstungen zu rechnen.

Wollte man denselben Fahrplan mit Dampflokomotiven fahren, so müßten statt 26 Triebwagen 32 Lokomotiven und bei Einrechnung der Reserven statt 30 Triebwagen nebst zwei Maschinenausrüstungen 42 Dampflokomotiven eingestellt werden.

Bei einem Vergleich von Triebwagen und Lokomotive sollte diesem Verhältnis des Standes an Betriebsmitteln eine größere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Aufnahme einer 2,70 m langen Schwelle betrug durchschnittlich 30 kg Ölmischung. Diese Mischung enthielt 3 kg Buchenteeröl und 27 kg Verdünnungsöl. Die fäulniswidrigen Bestandteile betragen also 3,2%.

Um die Haltbarkeit der getränkten Schwellen ständig beobachten zu können, wurden auf den verkehrsreichsten Hauptlinien Versuchsstrecken angelegt. Der Oberbau dieser Versuchsstrecken bestand aus Schienen 42,8 kg/m mit eisernen Unterlegplatten; die Befestigung war mittels dreier Schienen Nägel (nicht Schwellenschrauben) erfolgt. Die Bettung ist Steinschlag.

Erwähnenswert ist auch der Umstand, daß die Schwellen vor der Tränkung nicht gebohrt wurden.

Diese Versuchsstrecken wurden von namhaften Sachverständigen, sogar aus fremden Weltteilen, wiederholt besichtigt. (Abb. 1 und 2).

Die Ergebnisse dieser Versuche sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Nach der Zusammenstellung trat in den Versuchsstrecken Nr. I bis III die Notwendigkeit eines Ausbaues von größerem Umfange erst im 23. Jahre der Liegedauer ein.

Bedeutend besser ist aber das Ergebnis der IV. Versuchsstrecke, bei der in den ersten 23 Jahren bloß 2% des Bestandes ausgebaut wurden.

Auf Grund meiner langjährigen Beobachtungen der ausgebauten Schwellen gelangte ich zu der Überzeugung, daß die Schwellen keine Zeichen von kränklichen Veränderungen oder von Fäulnis aufwiesen, sondern ausschließlich wegen mechanischer Zerstörung der Schienenauflagefläche ausgebaut werden mußten.

Die Zerstörung wurde insbesondere durch die spaltende Keilwirkung der Schienen Nägel begünstigt; es kann angenommen werden, daß bei Verwendung von Schwellenschrauben oder noch mehr bei Anwendung einer getrennten Befestigung der Ausbau viel geringer gewesen wäre.

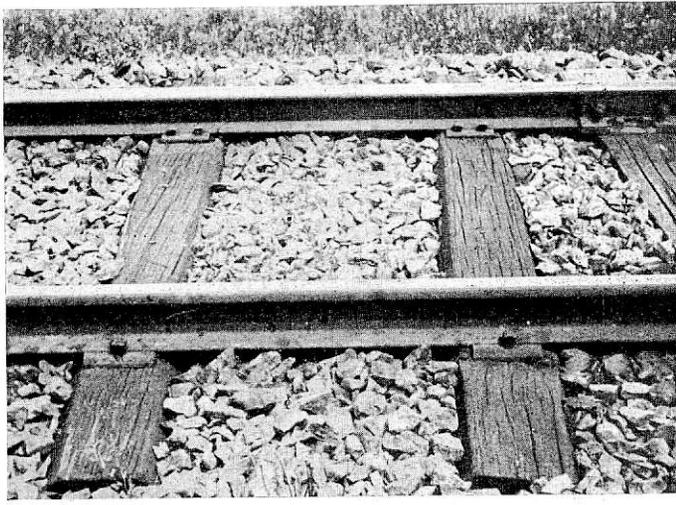


Abb. 1. 27 jährige Buchenholzschnellen.

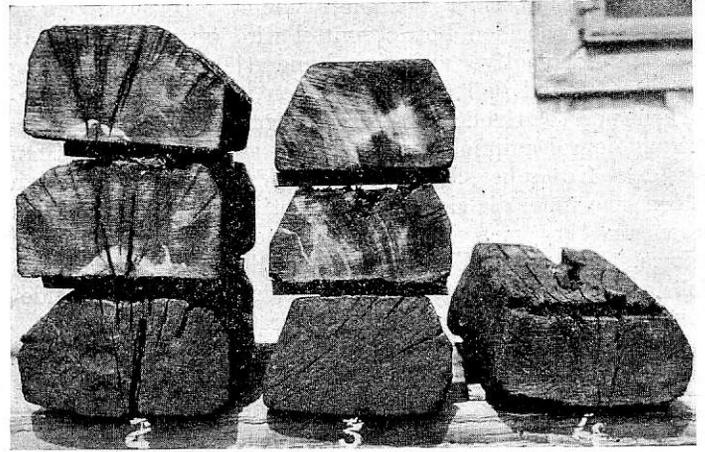


Abb. 2. Querschnitt von 25 jährigen Schnellen.

## Zusammenstellung der Buchenholz-Versuchstrecken.

I. = Tápió Szele—Tápió Györgye  
 II. = Ujszász—Szolnok

III. = Ujszász—Szolnok  
 IV. = Tatatóváros—Bánhida

Versuchsstrecken mit Buchenschwellen					I., II., III., IV. insgesamt		
	I.	II.	III.	IV.			
Angelegt im Jahre	1903	1903	1903	1906			
Zahl der eingebauten Schwellen	1,300	1,262	3,512	1,000	7,074		
Ausgebaut wurde folgende Stückzahl:							
Im 1. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 1. Jahre . . . —
Im 2. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 2. Jahre . . . —
Im 3. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 3. Jahre . . . —
Im 4. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 4. Jahre . . . —
Im 5. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 5. Jahre . . . —
Im 6. Jahre . . .	—	—	1	—	1	—	bis zum 6. Jahre . . . 1
Im 7. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 7. Jahre . . . 1
Im 8. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 8. Jahre . . . 1
Im 9. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 9. Jahre . . . 1
Im 10. Jahre . . .	21	—	—	—	21	0,3%	bis zum 10. Jahre . . . 1
Im 11. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 11. Jahre . . . 22
Im 12. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 12. Jahre . . . 22
Im 13. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 13. Jahre . . . 22
Im 14. Jahre . . .	—	—	—	—	—	—	bis zum 14. Jahre . . . 22
Im 15. Jahre . . .	8	—	—	—	8	0,1%	bis zum 15. Jahre . . . 22
Im 16. Jahre . . .	35	—	—	—	35	0,5%	bis zum 16. Jahre . . . 30
Im 17. Jahre . . .	72	—	38	7	117	1,7%	bis zum 17. Jahre . . . 65
Im 18. Jahre . . .	123	—	—	—	123	1,8%	bis zum 18. Jahre . . . 182
Im 19. Jahre . . .	18	3	2	3	26	0,4%	bis zum 19. Jahre . . . 305
Im 20. Jahre . . .	35	6	3	—	44	0,6%	bis zum 20. Jahre . . . 331
Im 21. Jahre . . .	23	42	149	7	227	3,4%	bis zum 21. Jahre . . . 375
Im 22. Jahre . . .	6	75	79	3	163	2,0%	bis zum 22. Jahre . . . 602
Im 23. Jahre . . .	321	—	367	—	688	9,2%	bis zum 23. Jahre . . . 765
Zusammen . . .	668	126	639	20	1453	—	bis zum 24. Jahre . . . 1453
	51%	10%	19%	2%	20%		
Im 24. Jahre . . .	39	192	626	—*)	857	14%	
Im 25. Jahre . . .	—	34	347	—*)	381	6%	bis zum 25. Jahre . . . 2290
Im 24. u. 25. Jahre	39	226	973	—	1238		
Im 1. bis 23. Jahre	668	126	639	—*)	1433	—	bis zum 26. Jahre . . . 2671
Zusammen . . .	707	352	1612	—	2671		
	54%	28%	46%	—*)	44%		

\*) Die Versuchsstrecke Nr. IV wurde erst vor 23 Jahren angelegt.

Diese günstigen Ergebnisse können wir dem Tränkungs- mittel und dem Tränkverfahren zuschreiben.

In die Versuchsstrecken eingebaute Buchenschwellen wurden aus den Urbuchenwäldern der im Unger-Komitate Groß-Ungarns liegenden sogenannten Waldkarpaten bezogen.

Die Schwellen wurden ausschließlich im Winterschlage erzeugt, binnen kürzester Zeit aus dem Walde ausgeführt und in der Tränkanstalt im Luftkasten sorgfältig gelagert, wodurch die Hölzer vollkommen vor der Gefahr des Stockens bewahrt blieben.

Entsprechend dem Charakter der Urbuchenwälder wurden die Schwellen oft aus überstarken Klötzen erzeugt, so daß ein Teil derselben Braunkern hatte.

Es ist daher die Annahme berechtigt, daß die auf 3,2% verdünnte Ölmischung genügend antiseptisch ist, um eine Mikrobeninfektion der Schwellen zu verhüten und daß dabei der Ölinhalt gegen die Einwirkungen der Niederschläge die nötige Abwehr bietet.

Die Tränkung wurde nach dem Ottschen Verfahren durchgeführt und zwar mit der von Rütgers angewendeten Änderung. Die Schwellen wurden nämlich nach dem Auskochen anstatt dem kalten Ölbad einem Vakuum und einem Öldruck von 8 Atm ausgesetzt. Das Tränkverfahren erfolgte je nach dem Trockenheitsgrade der Schwellen in einer Dauer von 4 bis 8 Stunden.

Der Trockenheitszustand der Schwellen wurde in der Weise beobachtet, daß die aus der Schwelle verdunstete Nässe in einem Kondensator festgehalten wurde.

Die vorzüglichen Ergebnisse der Haltbarkeit der Schwellen beweisen, daß alle drei Faktoren: Schwellen, Tränkmittel und Tränkverfahren einwandfrei waren und daß die günstigen Ergebnisse durch das Zusammenwirken dieser drei Faktoren erzielt werden konnten.

Angesichts der günstigen Ergebnisse wird bei den k. ung. Staatsbahnen die Verwendung der Mischung von Buchenteeröl und Petroleum in diesem Jahre wieder aufgenommen.

Einige Worte über den Braunkern der Buchenschwellen seien noch angefügt.

In erster Reihe stelle ich als eine durch langjährige Erfahrungen begründete Tatsache fest, daß infolge des Braunkerns eine schädliche Einwirkung auf die Haltbarkeit weder

der schon ausgebauten, noch der noch in der Strecke liegenden, noch vollkommen brauchbaren Schwellen in keinem Falle zu beobachten war.

Die Tränkungsmitteleaufnahme des Braunkerns war, wie an unmittelbar nach der Tränkung durchgesägten Schwellen festgestellt werden konnte, nur mangelhaft. Einzelne Teile des übrigen Querschnittes waren in kleineren Flecken durchtränkt, wogegen der Braunkern größtenteils rein blieb. Auf der unteren Fläche der Schwelle drang das Öl in eine Tiefe von 2,3 mm in den Braunkern ein; wie sich erwies, genügte aber diese Tiefe, um diesen Teil des Braunkerns zu konservieren.

Von den Seitenflächen des braunkernigen Schwellenteiles, weiter von den in Flecken getränkten Holzfasern des inneren Teiles, sowie von den neben dem Braunkern befindlichen und vollkommen durchtränkten Splintholzteilen hat sich später das Öl auf den Seitenflächen der Braunkernzellen durch Endosmose gegen die ungetränkte Zellen des Braunkerns gezogen, wodurch dessen Schutztränkung, damit auch die Widerstandsfähigkeit mit der Zeit verbessert wurde. Diese Tatsache hat sich an Querschnitten der nach 25jähriger Liegedauer ausgebauten Schwellen erwiesen, bei denen der Braunkern beinahe vollkommen durchtränkt war. Abb. 2.

Außer den Buchenschwellen haben wir versuchsweise 1902 auch einige tausend Eichenschwellen getränkt, von denen 1000 Stück unter ähnlichen Verhältnissen wie die Buchenschwellen in eine Versuchsstrecke eingebaut wurden.

Die 1902 getränkten Schwellen wurden 1903 eingebaut.

Ausgebaut wurden in:

1920 nach 17jährigem Gebrauch	37 Stück	zusammen	
1921 „ 18 „ „	102 „	139 . . .	14%
1922 „ 19 „ „	17 „	156 . . .	16%
1923 „ 20 „ „	11 „	167 . . .	17%
1924 „ 21 „ „	449 „	616 . . .	62%
1925 „ 22 „ „	169 „	785 . . .	79%
1926 „ 23 „ „	87 „	872 . . .	87%
1927 „ 24 „ „	104 „	976 . . .	97%
1928 „ 25 „ „	—	—	—
1929 „ 26 „ „	4 „	980 . . .	98%

Schließlich sei noch bemerkt, daß das beschriebene Verfahren in den damaligen Zeiten sehr wirtschaftlich war, indem das zu Verdünnung verwendete Öl zu besonders niedrigen Preisen erhältlich war.

## Der Bau des Personenwagenausbesserungswerkes Dunakeszi und seiner Wohnsiedlung.

Von Alexander Görög, Dipl.-Ing., Oberinspektor.

Hierzu Abb. 1 auf Tafel 23.

Schon vor dem Kriege hatten die ung. Staatseisenbahnen wegen der steten Zunahme von vierachsigen Personenwagen die Errichtung eines entsprechend bemessenen und wohl ausgestatteten Ausbesserungswerkes für Personenwagen vor.

Zu diesem Zwecke wurde in der Nähe der Hauptstadt Budapest an der Linie Budapest—Marchegg ein Gelände von 120 ha angekauft.

Wie aus dem Lageplan (Abb. 1, Taf. 23) ersichtlich ist, liegt das Gelände zwischen der Bahnlinie und der Landstraße, wodurch eine gute Zugänglichkeit gesichert ist. Infolge der Lage unweit vom Donauflusse, ist auch die Ableitungsmöglichkeit der Abwässer und Niederschläge günstig.

Das Ausbesserungswerk ist mit der naheliegenden Station Dunakeszi-Alag durch ein besonderes Gleis von 1,5 km Länge verbunden. Die Werkflächenhöhe wurde um 3,0 m tiefer angelegt als die nebenher laufende Eisenbahnstrecke, um den Ausgleich des sandhügeligen Geländes in wirtschaftlicher Weise zu ermöglichen. Günstig für die billige Ausführung der Hochbauten war, daß der anstehende Sand zur Erzeugung von Sandbausteinen besonders geeignet war.

Es wurde deshalb an der Baustelle eine Sandbausteinanlage errichtet mit einer täglichen Leistung von 15000 Stück.

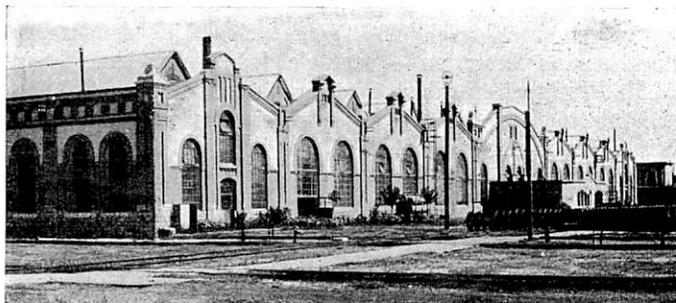


Abb. 1. Montierungshallen (Außenansicht).

Wie aus dem Lageplan ersichtlich, bildet die Montierungswerkstätte den Hauptteil des Werkes; ihre Baufläche beträgt 28000 m<sup>2</sup>. Sie besteht aus einer Reihe von Hallen, in denen zu gleicher Zeit an 60 vierachsigen Wagen gearbeitet werden kann

und die durch eine 22 m lange Schiebebühne bedient werden (Textabb. 1 und 2). Die Bestimmung der übrigen Gebäude ist gleichfalls aus dem Lageplan ersichtlich. Die in der Werkstätte liegenden Gleise sind auf Eisenbetonschwellen verlegt, wodurch ihre feste Lage auf lange Zeit hin gesichert ist.

Für den inneren Verkehr und die Materialbeförderung dienen 2,8 m breite Betonwege, die sämtliche Gebäude, Arbeitsplätze usw. miteinander verbinden.

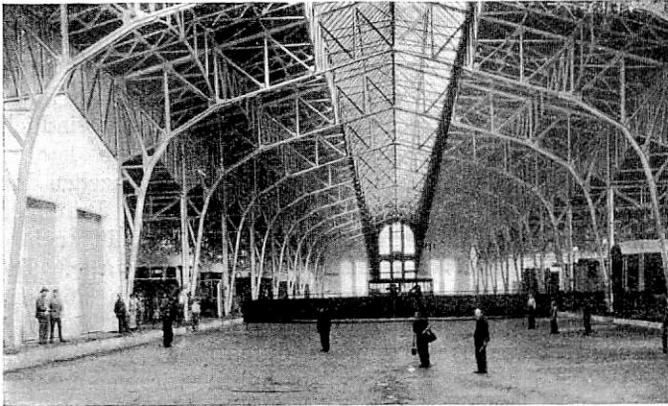


Abb. 2. Montierungshallen (Innenansicht).

Zur Wasserversorgung dienen vier eigene Brunnen, die in eine 12 m tief liegende wasserreiche Schottererschicht getrieben sind. Ihr ergiebiges und gutes Wasser speist einen 30,0 m hohen Wasserturm mit 500 m<sup>3</sup> Inhalt.

Das ganze Werk ist kanalisiert. Die Abwässer gelangen nach einer biologischen Reinigung in den Donauström.

Der Bau des Ausbesserungswerkes begann im Jahre 1914, wurde durch den Krieg unterbrochen, erst im Jahre 1922 weitergeführt und im Jahre 1925 beendet.

Für die ungefähr 1000 Angestellten und Arbeiter des

Werkes ist anstoßend eine Wohnsiedlung angelegt worden (siehe Plan). Sie besteht hauptsächlich aus Familienwohnungen mit je zwei Zimmern und Nebenräumen. Werkmeister und Ingenieure erhalten entsprechend größere Wohnungen (Textabb. 3).

In den Zweizimmerwohnungen sind die Zimmer mit 22 m<sup>2</sup> und 16 m<sup>2</sup> bemessen. Die Wohnungen sind mit Wasserleitung, Spülung und elektrischer Beleuchtung versehen. Zu jeder Wohnung gehört ein kleiner eingefriedeter Hof mit Hühnersteige und Schweinestall sowie ein Gemüsegarten.

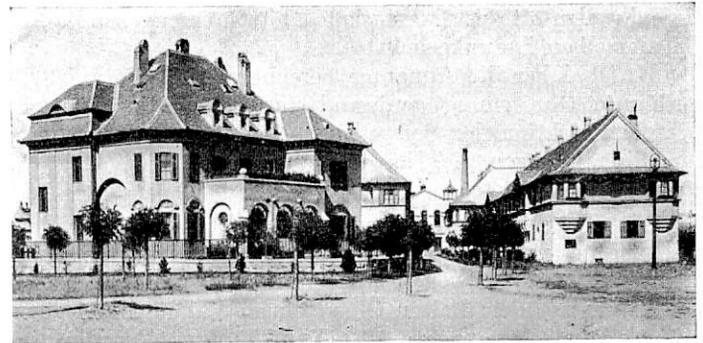


Abb. 3. Arbeiter- und Beamtensiedlung.

Für ledige Arbeiter ist ein Ledigenheim mit 50 Zimmern erbaut worden. Für ein eingerichtetes Zimmer mit Beleuchtung und Beheizung müssen monatlich 24,— Pengö Miete entrichtet werden.

Zur Siedlung gehört auch ein Kulturhaus mit einer Bühne im Kinosaal, außerdem ein Badehaus und eine Volksschule.

Bisher sind 160 Arbeiterwohnungen fertiggestellt. Die Baukosten eines Kubikmeters umbauten Raumes betragen rund 30,— Pengö.

### Die Prüfung des ungarischen Bauxitzementes.

Von Dipl.-Ing. Eugen Kiss, Inspektor der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Die bekannten Vorteile der Aluminiumzemente, die zu den besten frühhochfesten Zementen gehören, veranlaßten die k. ung. Staatseisenbahnen die Frage einem Studium zu unterziehen, inwieweit diese Zemente bei Eisenbahnbauten praktische Vorteile bieten.

In Ungarn wird der Bauxitzement unter dem Namen Citadur von der Tataer Zementfabrik erzeugt; er wurde im Herbst 1928 auf den Markt gebracht. Der Citadur Bauxitzement ist ein langsambindender Aluminiumzement, der hohe Anfangsfestigkeiten besitzt. Seine Festigkeit erreicht oder übertrifft sogar schon nach zwei bis drei Tagen die des Portlandzementes nach 28 Tagen. Auch in den höheren Altersklassen übertreffen — wengleich in geringerem Maße — die Endfestigkeiten des Citadur-Bauxitzementes die des Portlandzementes. Die Widerstandsfähigkeit des Bauxitzementmörtels gegen chemische Einflüsse ist größer als die des Portlandzementmörtels.

In folgendem wollen wir über die Ergebnisse der im Laboratorium der k. ung. Staatseisenbahnen durchgeführten Prüfungen des Citadur-Bauxitzementes Bericht erstatten.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die chemische Zusammensetzung, ferner auf die physikalischen, mechanischen und Festigkeitseigenschaften. Die Festigkeitseigenschaften wurden an Normalprobekörpern (Würfel von 50 cm<sup>2</sup> und achtförmiger Körper mit einem Zerreißquerschnitt von 5 cm<sup>2</sup>) bestimmt.

Die charakteristische Eigenschaften des Citadurs sind die folgenden:

1. Die Farbe des Citadurs ist bräunlich.
2. Chemische Zusammensetzung.

Die einzelnen Bestandteile des Citadurs schwanken um die folgenden Prozentzahlen:

Unlösliches . . . . .	2,00%
Glühverlust . . . . .	0,30%
Si O <sub>2</sub> . . . . .	4,32%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	42,25%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,11%
Ca O . . . . .	36,82%
Mg O . . . . .	0,11%
S O <sub>3</sub> . . . . .	0,54%
	100,55%

3. Das spezifische Gewicht bewegt sich innerhalb 3 bis 3,12 t/m<sup>3</sup>.

4. Raumgewicht lose eingefüllt 1030 bis 1080 g/l.

5. Mahlfineinheit: Rückstand am Sieb mit 900 Maschen/cm<sup>2</sup> schwankt um 0,1%. Rückstand am Sieb mit 4900 Maschen/cm<sup>2</sup> schwankt um 3%.

6. Raumbeständigkeit: Der Citadur besteht die Kuchen- und Kochprobe.

7. Abbindeverhältnisse: Zur Herstellung der Normalkonsistenz beansprucht der Citadur 26% Wasserzusatz in Gewichtsprozenten. Die Erhärtung beginnt nach 4 h 20 Min. bis 5 h 50 Min. an der Luft, und 5 h bis 5 h 45 Min. unter Wasser. Der Citadur ist langsam bindend. Das Ende des

Abbindens tritt nach 6 h 30 Min. bis 6 h 50 Min. an der Luft ein, und nach 6 h 10 Min. bis 6 h 35 Min. unter Wasser.

8. Gegen Verunreinigungen (Beimengungen von Kalk oder Portlandzement) ist der Citadur wie alle Aluminiumzemente sehr empfindlich. Wenn man mit dem Citadur einige

10. Auch gegen die hygroskopischen Einflüsse ist der Citadur weniger empfindlich als der Portlandzement. Mit der nötigen Sorgfalt kann man ohne Rückgang an Bindekraft und Festigkeitsentwicklung den Citadur auf längere Zeit lagern lassen.

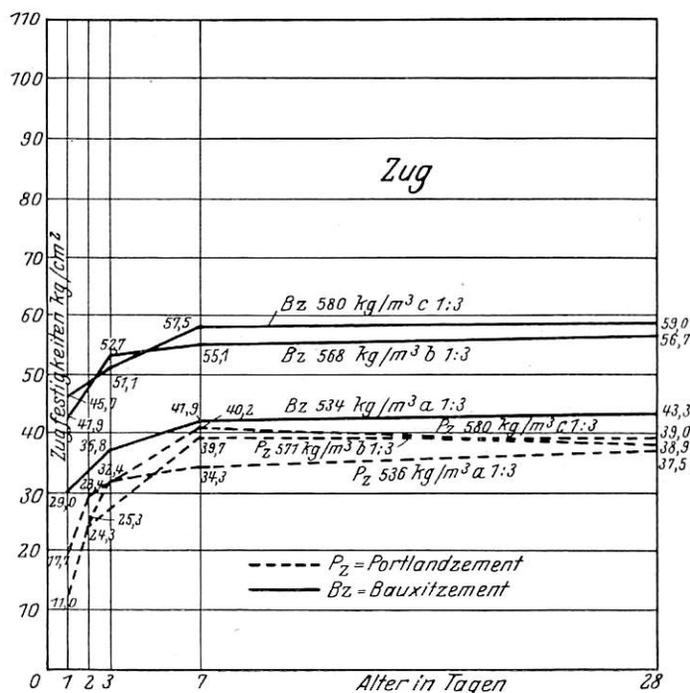
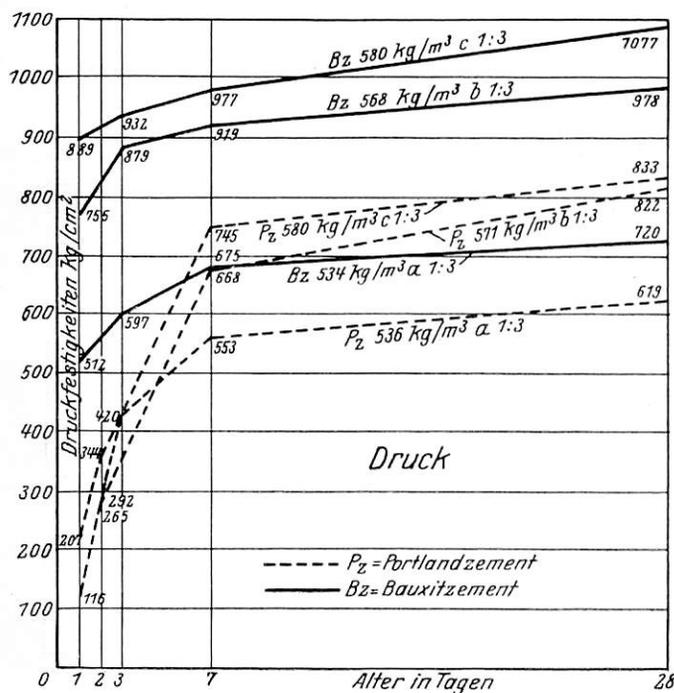


Abb. 1. Mittelwerte der Druck- und Zugfestigkeiten an Normalprobekörpern nach 1, 2, 3, 7, 28 Tagen. Portlandzement Record, Bauxitcement Citadur, Sand a, b, c, Mörtel 1:3 Wasserlagerung.

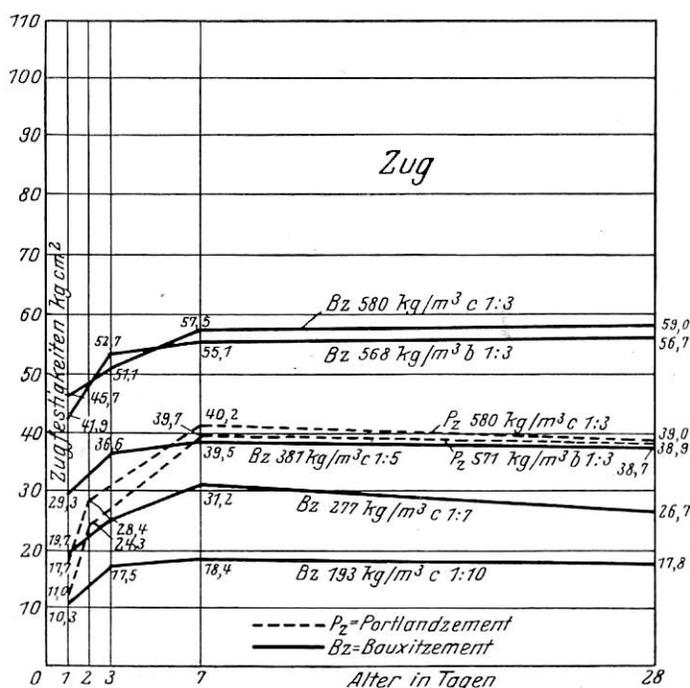
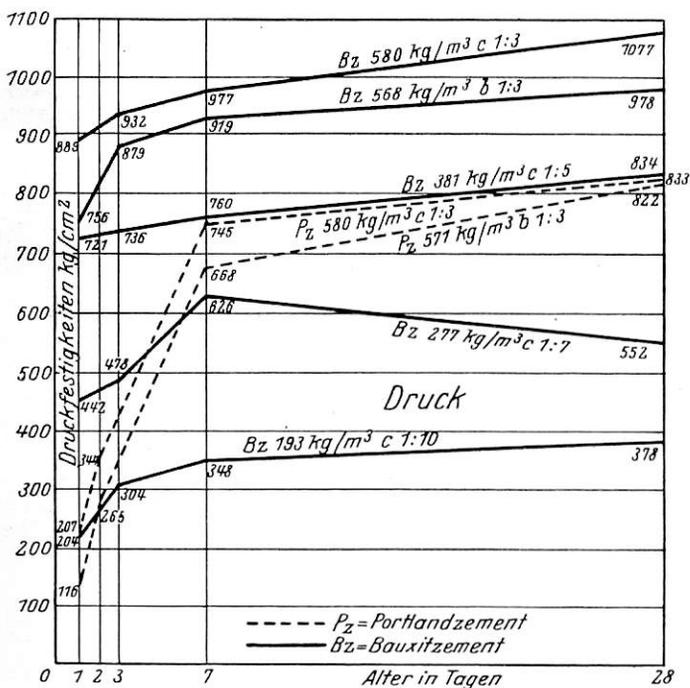


Abb. 2. Mittelwerte der Druck- und Zugfestigkeiten an Normalkörpern nach 1, 2, 3, 7, 28 Tagen. Portlandzement Record, Bauxitcement Citadur, Sand b, c, Mörtel 1:3, 1:5, 1:7, 1:10 Wasserlagerung.

Prozente Kalk, oder Portlandzement; oder umgekehrt mit dem Portlandzement Citadur zusammenmisch, wird das Gemisch schnellbindend.

9. Die Widerstandsfähigkeit des Citadurs gegen chemische Einflüsse insbesondere gegen Sulfat- und Chloridlösungen, ferner gegenüber organischen Säuren ist wesentlich größer, als die des Portlandzementes.

11. Über das Dehnungs- und Schwindungsmaß, ferner über die Elastizitätseigenschaften des Citadurmörtels sind die Versuche im Gange.

12. Festigkeitsverhältnisse: Zum Vergleich der Festigkeitsverhältnisse wurden Normalprobekörper mit dem hochwertigen Lábatlaner Portlandzement Marke Record und mit Citadur-Bauxitcement hergestellt. Aus Mangel an Raum

veröffentlichen wir nur einen Teil der Vergleichsprüfungen. Die nachfolgende Tabelle gibt die Zusammenstellung der geprüften Normalprobekörper. In der Tabelle wurde mit „a“ der Wiener Normalsand, mit „b“ Donausand von 5 mm maximaler Korngröße in der natürlichen Kornzusammen-

setzungen um 22, 37, 31%, nach 28 Tagen um 16, 19, 29% höher als die des Portlandzementmörtels. Für Zugfestigkeiten betragen die entsprechenden Werte 17, 38, 43; ferner 15, 45, 51.

In Abb. 2 wurden die Festigkeitswerte von Mörteln von verschiedenen Mischungsverhältnissen dargestellt. Die Mörtel

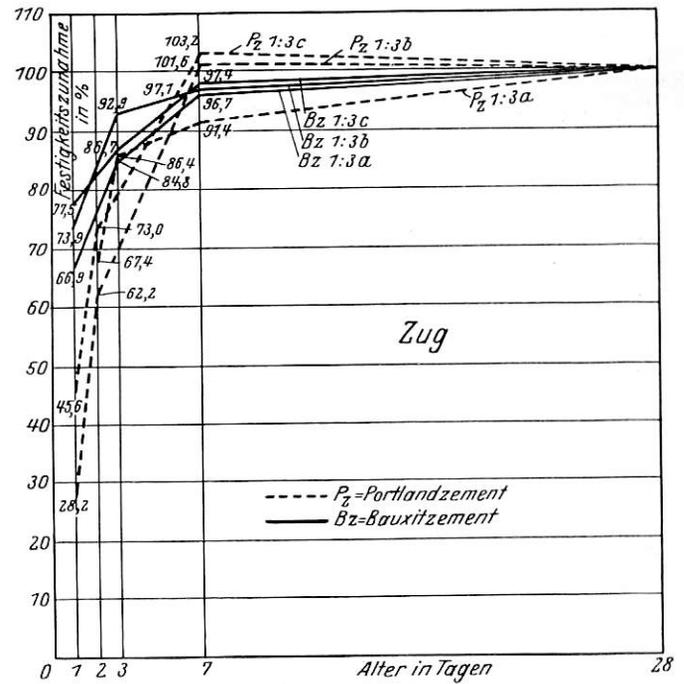
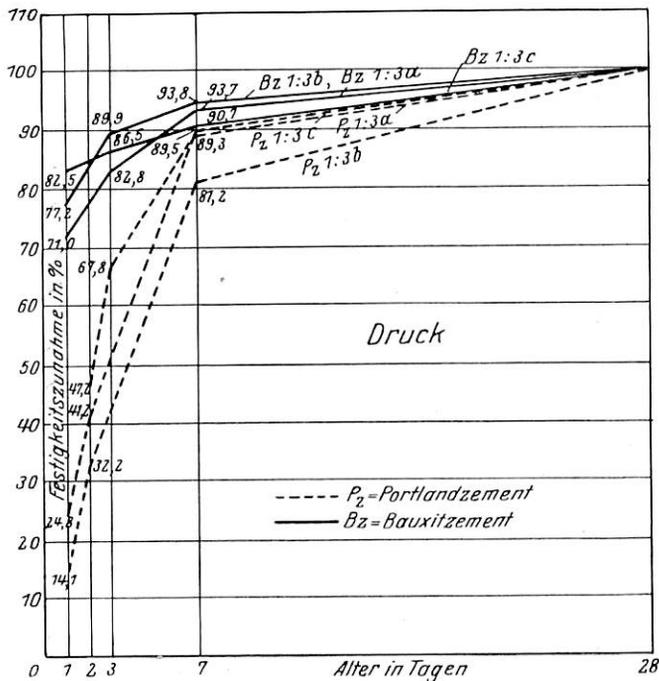


Abb. 3. Druck- und Zugfestigkeitszunahme an Normalprobekörpern, ausgedrückt in Prozenten der 28tägigen Festigkeiten. Portlandzement Record, Bauxitzement Citadur, Sand a, b, c, Mörtel 1:3, erdfeucht eingerammt, Wasserlagerung.

setzung, mit „c“ Donausand mit künstlich verbesserter Kornzusammensetzung bezeichnet. Die Probekörper wurden aus erdfeucht eingerammtem Mörtel hergestellt und unter Wasser gelagert.

Tabelle 1.

Zement Marke	Sandart	Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen	Wasserzusatz in Gewichtsprozenten	Raumgewicht des Mörtels nach 28 Stunden	Zement	Sand	Wasser
					Gewicht auf 1/m <sup>3</sup> Mörtel		
				t/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
Record-Portland-Zement	a	1:3	6,500	2,285	536	1610	139
	b	1:3	6,625	2,434	571	1712	151
	c	1:3	5,750	2,451	580	1738	133
Citadur-Bauxitzement	a	1:3	6,500	2,275	534	1602	139
	b	1:3	6,625	2,422	568	1704	150
	c	1:3	6,375	2,468	580	1740	148
	„	1:5	5,555	2,414	381	1906	127
	„	1:7	5,387	2,338	277	1941	120
	„	1:10	5,450	2,248	193	1934	116

Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen sind auf Abb. 1 und 2 dargestellt. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, stehen besonders die Anfangsfestigkeiten wie auch die Endfestigkeiten des Citadurs wesentlich höher, als die des Portlandzementes. In Mischungsverhältnissen 1:3 betragen die Festigkeiten des Citadurmörtels nach 24 Stunden das mehrfache, nach sieben Tagen bei Anwendung von a, b, c, Sand sind die Druckfestig-

keiten um 22, 37, 31%, nach 28 Tagen um 16, 19, 29% höher als die des Portlandzementmörtels. Für Zugfestigkeiten betragen die entsprechenden Werte 17, 38, 43; ferner 15, 45, 51. demgemäß ist der Zementaufwand bei Citadurmörtel in diesem Verhältnis geringer.

In Abb. 3 wurde die Druck- und Zugfestigkeitszunahme in Prozenten der 28tägigen Festigkeiten ausgedrückt. Der Citadur erreicht schon nach 24 Stunden ungefähr 70% der 28tägigen Festigkeiten, nach drei Tagen 82 bis 92%. Wünschenswert ist aber doch, die Bauten aus Citadurbeton nicht vor drei Tagen in Gebrauch zu nehmen.

Der Citadur-Bauxitzement ist ungefähr um 50% teurer als der Portlandzement. Wegen seines höheren Preises wird der Citadur nur für besondere Bauzwecke, die einen Beton von erster Güte beanspruchen, verwendet, so z. B. zur Herstellung von Eisenbetonquerschwellen, Auflagersteinen usw. Der Citadur wird ferner bei Umbauten von Brücken, zur raschen Herstellung von durch Elementarereignisse beschädigten Bauten, überhaupt dort gebraucht, wo durch die Verkürzung der Bauzeit, durch Ersparnis an Schalung und Rüstung solche wirtschaftliche Vorteile entstehen, daß dadurch die Mehrkosten des Citadurs mindestens ausgeglichen werden. Vom Citadurbeton wird noch bei jenen Bauwerken Gebrauch gemacht, bei denen ein gegen chemische Einflüsse (Rauchgase und Grundwasser) widerstandsfähiger Beton erforderlich ist.

Die höheren Festigkeiten des Citadurs werden höhere Inanspruchnahmen in Beton- und Eisenbetonkonstruktionen und damit kleinere Abmessungen ermöglichen; dabei erreichen wir infolge der höheren Zugfestigkeit und der größeren Deformationsfähigkeit größere Sicherheit gegen Rissebildung.

## Eigenspannungen in länger befahrenen Schienen.

Von Ing. Inspektor Johann v. Pesky und Obering. Theodor Wagner.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen des Krieges haben die ungarischen Staatseisenbahnen genötigt, ihren Haushalt aufs äußerste einzuschränken. Notgedrungen mußte man davon absehen, für das Auswechseln von Gleisen den früher üblichen Jahresanteil von 4% beizubehalten. Die Folge war, daß sich besonders in den Nebenlinien 35- bis 40jährige Schienen anhäuften: ein stetes Hemmnis für den Betrieb, da auf diesen Strecken weder in der Verkehrsgeschwindigkeit, noch in den Achsdrücken eine Erhöhung zugelassen werden konnte.

Besonders ein Merkmal gebot in der äußersten Ausnutzung der Schienen Vorsicht, das sind die Eigenspannungen, die entlang der Lauffläche des Schienenkopfes entstehen und mitunter zu beträchtlichen Höhen ansteigen. Allgemein ist diese Erscheinung als Verfestigung des Stahles bekannt und wird durch das Kaltrecken, d. h. durch die Walzwirkung der rollenden Räder erklärt.

Vor dem Internationalen Kongreß Düsseldorf 1910 veröffentlichte P. Breuil, Couillet, über die Verfestigung der Schienoberfläche bemerkenswerte Angaben (s. „Stahl und Eisen“ 1910, Seite 1596). Um zu sehen, wie tief die Verfestigung, die Härtewirkung reicht, ließ er von dem Kopfe einer Schiene acht Schichten von 1 mm Stärke nach und nach abhobeln, so daß eine treppenförmig abgestufte Fläche entstand; auf jeder Stufe stellte er Druckproben mit einer Kugel von 10 mm Durchmesser unter einem Druck von 3000 kg an. Die in dieser Weise gefundenen Härtezahlen schwanken zwischen 302 (an der Lauffläche) und 207 (in 8 mm Tiefe).

Höchst beachtenswert ist seine Beobachtung, daß diese gehärtete Schicht sich gegen Zugbeanspruchungen sehr empfindlich erwies. Bei Schlagproben, wo die Fahrfläche der Schiene nach unten zu liegen kam, brachen die Schienen gleich beim ersten Schlag, ohne die geringste Durchbiegung zu zeigen.

Untersuchungen des Oberbaurats Spindel, Innsbruck, gewährten uns noch tieferen Einblick in das verwickelte Kräftespiel, das infolge der Oberflächenwalzung der Räder und der durch die Kohäsion der unteren Schichten gehemmteten Molekularverschiebungen entsteht. Dieses Hemmnis ruft im Stahl Innenspannungen vor, deren Größe man durch ein einfaches Verfahren ermitteln kann. Der Vorgang ist hierbei der, daß man an der Lauffläche des zu untersuchenden Schienenstückes eine gewisse Meßlänge ( $l$ ), in der Regel  $\sim 200$  mm, markiert und bis auf 0,01 mm Genauigkeit abliest. Das erwähnte Schienenstück soll 220 bis 250 mm lang sein. Nun läßt man vom Probestück eine 6 bis 8 mm starke Lamelle abtrennen, deren untere Begrenzung parallel mit der Fußfläche der Schiene sein soll. Um Vergleichswerte erhalten zu können, soll die Lamellendicke bei den Untersuchungen möglichst gleich stark, 7 bis 8 mm, sein. Nach dem Abtrennen ist zwischen den Marken eine Verlängerung  $\Delta l$  feststellbar. Der Einfachheit halber wird bei der Berechnung der aufgelösten, die Verlängerung der Lamelle verursachenden Innenspannungen ( $\sigma$ ) der Elastizitätsmodul ( $\epsilon$ ) durchwegs zu 20000 kg/mm<sup>2</sup> angenommen, die ursprüngliche Meßlänge zu 200 mm. Da aber unterhalb der Streckgrenze zwischen den genannten Faktoren folgende Proportionalität besteht

$$\Delta l : 200 = \sigma : \epsilon,$$

läßt sich  $\sigma$  zu  $100 \times \Delta l$  kg/mm<sup>2</sup> errechnen.

Wir nennen diese Spannungen Eigenspannungen, da sie der Schiene bleibend anhaften und sich dadurch von den wechselnden Betriebsbeanspruchungen unterscheiden.

In der Zusammenstellung auf S. 380 sind die Ergebnisse der Untersuchungen angeführt, die wir zur Bestimmung der Eigenspannungen in den letztvergangenen drei Jahren anstellten. Außer diesen hier angeführten ließen wir aus länger

befahrenen Schienen auch Doppelproben entnehmen. Die Hälfte dieser Proben wurde nach obiger Beschreibung behandelt und ergab Eigenspannungen von 12 bis 16 kg/mm<sup>2</sup>, die übrigen wurden bei 750 bis 800<sup>o</sup> ausgeglüht, langsam abgekühlt und erst in diesem Zustande den Messungen unterworfen. Bei diesen wurde  $\sigma$  durch das Glühen auf 3 bis 5 kg/mm<sup>2</sup> herabgedrückt.

Ferner ließen wir auch Kontrollmessungen an unbefahrenen, neu vom Walzwerk gelieferten Schienen machen, wobei sich herausstellte, daß bei diesen  $\sigma$  praktisch = 0 ist.

Es sei noch erwähnt, daß die Probestücke 1 bis 11 der Zusammenstellung aus solchen Schienen entnommen wurden, die in geraden Streckenteilen eingebaut waren und deren Verhalten (bis auf die Nummern 10 und 11) keinen Anlaß zu Befürchtungen bezüglich Betriebssicherheit gab.

Auf der Strecke Pusztatényö—Kunszentmárton, aus der die Nummern 10 und 11 entstammen, waren allerdings Schienenbrüche früher häufiger feststellbar. Die Erklärung dieser Brüche glauben wir teils in der geringen Tragfähigkeit der Schienen von 20 kg/m Gewicht, teils in Umständen zu finden, die wir uns aus den Wahrnehmungen Breuils wie folgt vorstellen. Die verfestigte Schicht der Lauffläche weist nach Feststellungen Breuils nicht mehr die Merkmale eines isotropen Materials auf, das sowohl gegen Zug, wie gegen Druck gleich widerstandsfähig sein müßte. Es kann demnach z. B. angenommen werden, daß beim Lockerwerden einer Schwelle, wodurch der Abstand der Stützpunkte der Schiene an dieser Stelle auf das Doppelte ansteigt, in der Nähe der stützenden Schwellen, auch im Schienenkopf, bedeutend größere Zugspannungen auftreten, als gewöhnlich. Die verfestigte Schicht der Schiene nimmt aber Zugspannungen nicht auf, die Kraftübertragung fällt demnach einem schätzungsweise um 10 bis 20% geschmälernten Querschnitt zu, der — solcherweise überlastet — nicht standhalten kann und bricht.

Ähnlich erklären wir auch die auffällige Tatsache, daß man auf solchen Strecken die Bruchgefahr durch Vermehrung der Schwellen nicht beheben kann.

Noch schärfer tritt die Gefahr, die aus der geringeren Zugfestigkeit der verfestigten Schicht des Schienenkopfes folgt, an Schienen in Gleisbögen, hervor. Im Bogen kommt nämlich der Anpressungsdruck der äußeren Räder erhöht zur Geltung, da der Zentrifugalkraft zufolge die Lasten sich zwischen den Rädern ein und derselben Achse nicht gleichmäßig verteilen. Was bei größeren Geschwindigkeiten für die Außenschiene gilt, ist bei langsam fahrenden Zügen infolge Herabgleitens der Last auf die niedriger verlegte Schiene im Innenstrang für die Innenschiene zutreffend. Man muß zu der Erkenntnis kommen, daß derartige Wachsen des Anpressungsdruckes auch die Bruchgefahr unliebsam erhöhen muß. Denn es ist anzunehmen, daß die Eigenspannungen, die infolge der Walzwirkung der rollenden Räder entlang der Fahrfläche der Schienen entstehen, bei größeren Anpressungsdrücken auch rascher anwachsen. Diese Annahme finden wir bestätigt in der Zusammenstellung bei den Nummern 13 und 14: beide im Betrieb gebrochene Schienen mit Eigenspannungen über 20 kg/mm<sup>2</sup> und beide Bogenschienen!

Nun wolle man berücksichtigen, daß die Seitenkräfte den Kopf der im Bogen verlegten Schiene um den Schienensteg umzubiegen trachten, wie dies in Abb. 1 verzerrt dargestellt ist.

Zwischen den Stoßschwellen wirkt diesen Biegemomenten die Lasche hindernd entgegen, so daß der Schienenkopf seine normale Lage hier beibehält (s. Abb. 2). Es entsteht demnach vom Stoß in der Fahrriechung gerechnet etwa in der Nähe der zweiten, fallweise auch schon bei der ersten Schwelle

Zusammenstellung  
der  
Eigenspannungen entlang der Lauffläche in länger befahrenen Schienen.

Laufende Nummer	Schienengattung Gewicht (kg/m)	Werkzeichen und Erzeugungsjahr	Ort der Verlegung	Be- triebs- zeit in Jahren	Ermit- telte Eigen- spannung im Kopfe kg/mm <sup>2</sup>	Zugversuch			Anderweitige Versuchsergebnisse und Anmerkungen						
						Festig- keit kg/mm <sup>2</sup>	Kon- trak- tion %	Deh- nung %							
												C %	Mn %	Si %	S %
1	J (42,8)	Diósgyőr 1898 Bessemerstahl	Vor der Bahnhofshalle Budapest Ostbahnhof	28	15	—	—	—	Verkehrsbelastung der Schiene: ~ 1140 t/Tag Durchschnittsgeschwindigkeit der übergerollten Bruttolast: 10 km/Stunde						
2	b <sub>I</sub> (32,5)	Diósgyőr 1893 B. St.	Linie Pécs-Bárcs	32	13	—	—	—	Verkehrsbelastung: ~ 3000 t/Tag Geschwindigkeit: 50 km/Stunde						
3	n (20,—)	Resicza 1896 B. St.	Linie Debrecen-Büdszentmihály	29	16	—	—	—	Verkehrsbelastung: ~ 1070 t/Tag Geschwindigkeit: 30 km/Stunde						
4	J (42,8)	Diósgyőr 1894 B. St.	Budapest Ostbahnhof-Budapest Ferencváros	34	12	68,7	—	—	Im Verlaufe der statischen Belastungsversuche wurden an den Probestücken keine nennenswerten Unregelmäßigkeiten wahrgenommen, bei den Schlagversuchen aber brachen die Probestücke der laufenden Nummern 6 und 9 schon unter dem mit einem Moment von 2150 bzw. 1950 mkg geführten ersten Schlag						
5				34	12	65,5	—	—							
6	c (34,5)	Resicsa 1881 B. St.	Linie Vác-Balassagyarmat	47	16	50,4	—	—							
7	e (34,5)			47	19	50,4	—	—							
8	p (31,7)	Resicza 1888 B. St.	Linie Kiskörös-Kalocsa	40	12	52,—	—	—							
9	P (31,7)	S. Graz 1882	Linie Kiskörös-Kalocsa	46	17	—	—	—							
10	n (20,—)	Zeltweg 1884	Linie Pusztatényő-Kunszentmárton	44	12	54,1	32,8	25,—	0,27	0,33	0,04	0,01	0,17	Die Schlagprobe bestanden	7,5
11	n (20,—)	P R Z V 1884		44	17	50,9	47,4	23,—	0,21	0,33	0,05	0,01	0,17	Nach dem ersten Schlag (1250 mkg) gebrochen	7,5
12	i (23,6)	Resicza 1886	Linie Kisterenye-Kádkápolna	41	15,6	51,4	60,5	20,—	0,29	—	—	—	Die Schiene lag im Innenstrang eines Bogens		
13	l (22,3)	Diósgyőr 1887	Linie Nyiregyháza-Mátészalka	40	26,1	31,9	—	1,3	0,33	0,51	0,04	0,01	0,12	Die Schiene lag im äußeren Strang eines Bogens, brach am 25. Nov. 1927 unter einem Personenzug	
14	J (42,8)	Diósgyőr	Zwischen den Stationen Hatvan und Hort	14	22,3	72,2	3,6	13,2	0,36	0,57	0,04	0,01	0,16	Siehe Anmerkung	

Anmerkung: Die Schiene lag in gerader Strecke, muß aber als Bogenschiene betrachtet werden, da in der Strecke, die gegen Osten führt und senkrecht zur allgemeinen Windrichtung liegt, der Wind die Züge gegen den südlichen Schienenstrang drückt und hier an den Schienenköpfen eine markante, sonst nur bei Bogenschienen wahrnehmbare Verschleißgestaltung verursacht.

als Folgewirkung der Seitenkräfte beim Durchfahren der Züge an der Innenseite des Schienenkopfes eine Verdrehungsfläche

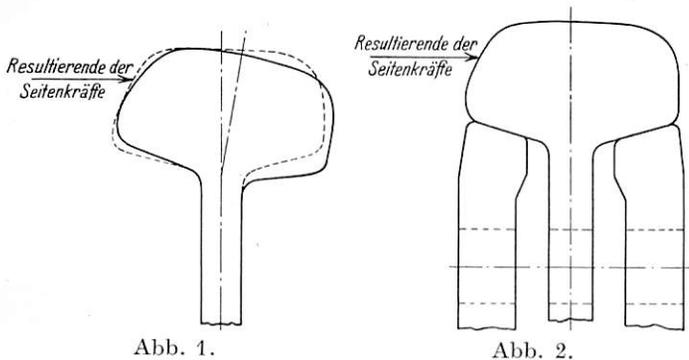


Abb. 1.

Abb. 2.

und zwar dort, wo der Übergang aus der normalen Lage des Schienenkopfes (Abb. 2) in die geneigte (Abb. 1) stattfindet.

## Die Druckverteilung in kohäsionslosen Massen.

Von Josef Nemsek, Dipl.-Ing., Budapest.

Inhalt: Es wird die Druckverteilung in körnigen Massen bei klinogonaler Krafteinwirkung unter Vernachlässigung des Eigengewichtes bestimmt, wobei sich die Hauptformel als die Verallgemeinerung der auf anderem Wege abgeleiteten Boussinesqueschen Formel für orthogonale Krafteinwirkung erweist. Die Querschwellen überträgt auf die Bettung wegen auftretender Reibungskräfte schiefe, verschiedentlich geneigte linienförmige Kräfte, deren Einwirkungen nach erwähntem Verfahren bestimmt und integriert werden. An Hand amerikanischer Versuche wird das Verfahren geprüft. Die wagrechte Druckverteilung ist im Aufsatz nicht behandelt.

Die Druckverteilung unter der Schwelle ist ungünstiger als man bisher allgemein annahm, wie hauptsächlich amerikanische Versuche beweisen. Aus diesem Anlaß wird versucht, die Druckverteilung auf rechnerischem Wege so zu verfolgen, daß der Wahrheit näher stehende Werte gewonnen werden können als es bisher möglich war. Im Falle des Oberbaues wird das angegebene Rechnungsverfahren um so zuverlässiger sein je tiefer die Bettung ist.

Untersuchen wir die Wirkung einer unendlich langen linienförmig verteilten Kraft auf eine homogene Masse in der Tiefe  $h$  unter der Oberfläche, wenn die Kraftebene mit der Senkrechten den Winkel  $\varepsilon$  bildet.

Es ist einleuchtend, daß in diesem Falle in allen parallelen Ebenen, die zur Schnittlinie  $L$  der Kraftebene und Oberfläche senkrecht stehen, die gleichen Wirkungen vorzufinden sind.

Um die Lösung anzubahnen, machen wir zwei grundlegende Annahmen, auf deren Berechtigung und Bedeutung wir noch zurückkommen.

a) Die Kraftübertragung auf der Oberfläche in der zu  $L$  senkrechten Ebene erfolgt unter einem Lastverteilungswinkel  $2\psi$ . Es kann für diesen Winkel  $2(90 - \varphi)$  angenommen werden, wo  $\varphi$  der Winkel der inneren Reibung, oder auch der natürlichen Böschung ist. Eine Änderung des Winkels  $\psi$  um 10 bis 20% hat, wie nachgewiesen wird, nicht allzu große Bedeutung.

b) Die homogene, körnige Masse gehorche, was Druckübertragung anlangt, dem alten Satze: „ut tensio, sic vis“. Es ist das eigentlich das in der Oberbaulehre grundlegende Gesetz der Bettungsziffer.

Teilt man den Winkel  $2\psi$  (Abb. 1) in  $2n$  Winkel, je von der Größe  $2\delta$ , und bezeichnet man die Kraft, die in jenem Keil von der Breite 1 wirkt, dessen Winkelhalbierende die Neigung  $\text{tg}(\psi_x - \varepsilon) = \frac{x}{h}$  besitzt, mit  $\bar{p}_x$ , ferner mit  $\sigma_x'$  die lotrechte durchschnittliche Spannung in dem bezeichneten Keil in der Tiefe  $h$ , so ist mit den übrigen Bezeichnungen der Abb. 2.

Es ist klar, daß die Randfasern des Schienenkopfes an dieser Stelle Zugbeanspruchungen ausgesetzt sind. Wie aus der Zusammenstellung zu entnehmen ist, sind die Eigenspannungen in Bogenschienen derart groß, daß man auch die Tiefe der spröden Randschicht bei Bogenschienen bedeutend größer annehmen muß, als die in geraden Strecken. Den erhöhten Angriffskräften wirkt in Bögen demnach eine im hohen Grade geschwächte aktive Schienenquerschnittsfläche entgegen. Es ist folglich nicht zu verwundern, daß Brüche an Schienen alter Jahrgänge in Bögen häufiger sind, als in Geraden und da auch zumeist in der Nähe des Stoßes vorkommen.

Aus den letztangeführten Überlegungen heraus ist bei den ungarischen Staatseisenbahnen der Entschluß gefaßt worden, die Erneuerung der Gleisbestände jener Linien, wo die Geldmittel die Arbeit nur auf mehrere Jahre verteilt durchzuführen gestatten, in erster Reihe auf die kurvenreichen Streckenteile zu beschränken.

$$\sigma_x' = \frac{\bar{p}_x \cos(\psi_x - \varepsilon)}{s_x}. \quad \text{Es ist aber } s_x' = \frac{s_o}{\cos(\psi_x - \varepsilon)} \text{ und}$$

$$s_x' = s_x \cos \alpha, \text{ somit } s_x = \frac{s_o}{\cos^2 \alpha} \text{ und mit } \sigma_o = \frac{p_o}{s_o}, \sigma_x' = \\ = \sigma_o \frac{\bar{p}_x}{p_o} \cos^3(\psi_x - \varepsilon).$$

$$\text{Weiter ist infolge oben angeführter Annahmen } \frac{\bar{p}_x}{p_o} = \\ = \frac{\cos(\psi_x - \varepsilon) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon}. \text{ Setzt sich nämlich der kürzeste Keil}$$

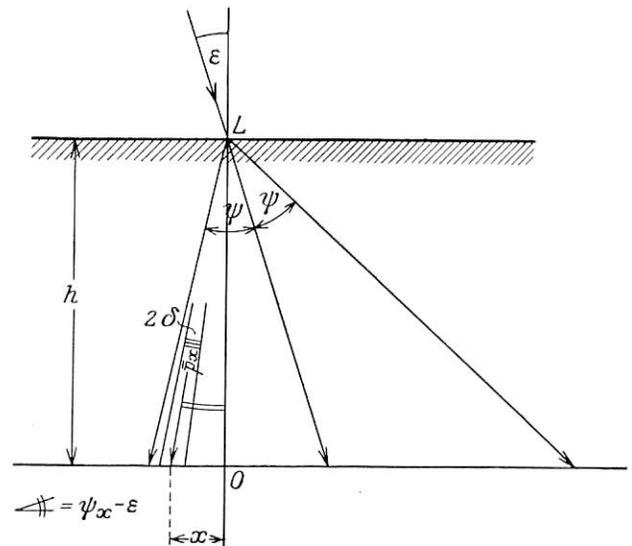


Abb. 1.

durch die Krafteinwirkung um  $\lambda_o$  (Abb. 3), so erleidet der Keil  $2(\psi_x - \varepsilon)$  bloß die Verkürzung  $\lambda_x'$ , d. h. die auf die Richtung  $OA$  fallende Komponente der Verschiebung  $AA'$ .

$$\text{Es ist } \lambda_x' = \frac{\lambda_o \cos \psi_x}{\cos \varepsilon}, \text{ und da } \bar{p}_x \text{ auf einen längeren Ele-} \\ \text{mentarkeil wirkt als } p_x, \text{ so ist auch infolge der er-} \\ \text{wähnten Annahme des Hookeschen Gesetzes } \frac{\bar{p}_x}{p_o} = \frac{\lambda_x'}{\lambda_o} \frac{h}{h'} = \\ = \frac{\cos(\psi_x - \varepsilon) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon}.$$

Wir haben somit für alle Keile, wenn  $(\psi_x - \varepsilon) > 0$  ist (Abb. 3)

$$\sigma'_x = \frac{\sigma_0 \cos^4 (\psi_x - \varepsilon) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon} \dots \dots \dots 1)$$

Ist  $\varepsilon = 0$ , so ist  $\sigma'_x = \sigma_0 \cos^5 \psi_x \dots \dots \dots 1a)$

Für die Keile zwischen der Senkrechten und der Kraft-  
richtung (Abb. 4) besteht nach obigem Gedankengang  $\sigma_x'' =$   
 $= \sigma_0 \frac{p_x}{p_0} \cos^3 (\varepsilon - \psi_x)$  und nach (Abb. 5)  $\frac{p_x}{p_0} = \frac{\lambda_x'' h}{\lambda_0 h'}$   
 $= \frac{\cos (\varepsilon - \psi_x) \cos' \psi_x}{\cos \varepsilon}$  und somit

$$\sigma_x'' = \sigma_0 \frac{\cos^4 (\varepsilon - \psi_x) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon} \dots \dots \dots 2)$$

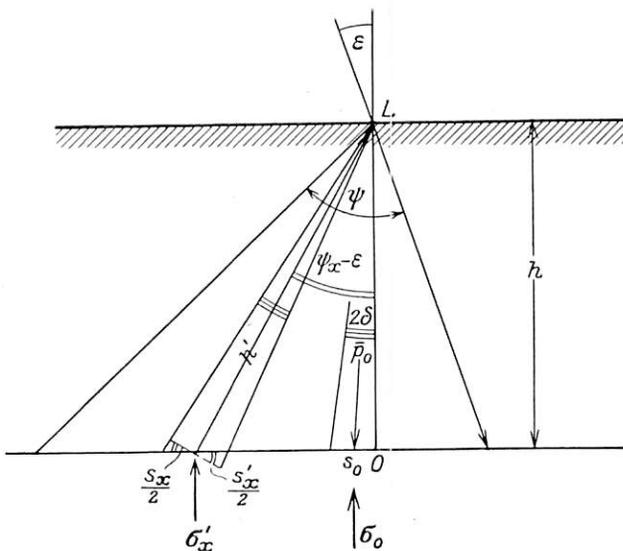


Abb. 2.

Da  $\cos \psi_x = \frac{h}{\sqrt{h^2 + x^2}}$  ist, wird (auch an Abb. 3, 4, 6  
ersichtlich):

$$\frac{\cos^4 (\psi_x - \varepsilon) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon} = \frac{h^4}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} (h - x \operatorname{tg} \varepsilon)$$

$$\frac{\cos^4 (\varepsilon - \psi_x) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon} = \frac{h^4}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} (h + x \operatorname{tg} \varepsilon)$$

$$\frac{\cos^4 (\varepsilon + \psi_x) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon} = \frac{h^4}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} (h + x \operatorname{tg} \varepsilon)$$

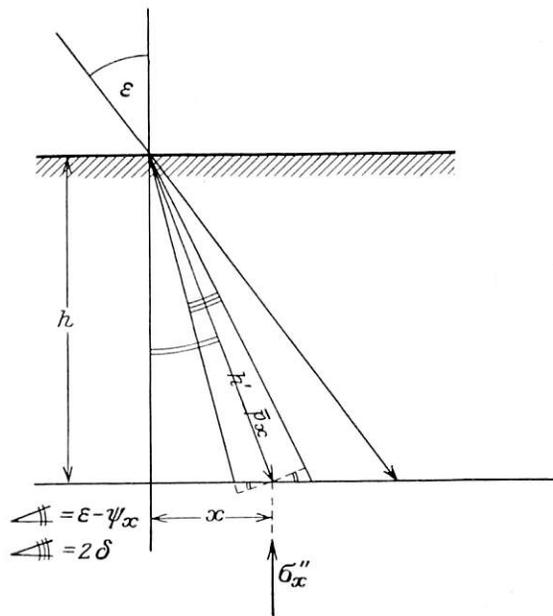


Abb. 4.

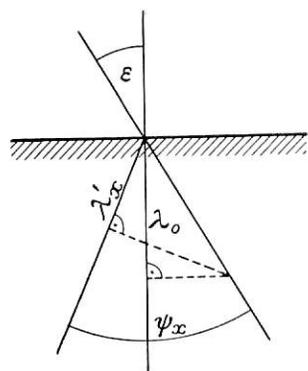


Abb. 3.

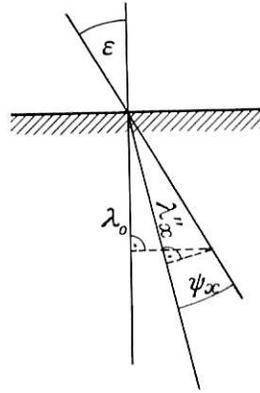


Abb. 5.

Für die Elementarkeile „rechts“ der Kraft (Abb. 6) finden wir mit Hilfe der Abb. 7

$$\sigma_x''' = \sigma_0 \frac{\cos^4 (\psi_x + \varepsilon) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon} \dots \dots \dots 3)$$

Wirkt die Kraft bei  $\varepsilon = 0$  senkrecht auf die homogene Masse, so hat man für alle Keile

$$\sigma_x = \sigma_0 \cos^5 \psi_x \dots \dots \dots 4)$$

Die durch die linienförmige Kraft p kg/cm hervorgerufene Spannung  $\sigma_0$  in der Tiefe h kann nunmehr ermittelt werden.

Es besteht für einen 1 cm breiten Streifen der Masse in der Tiefe h folgende Gleichgewichtsbedingung:

$$p \cos \varepsilon = \int_0^h \sigma_x' dx + \int_0^h \sigma_x'' dx + \int_0^h \sigma_x''' dx$$

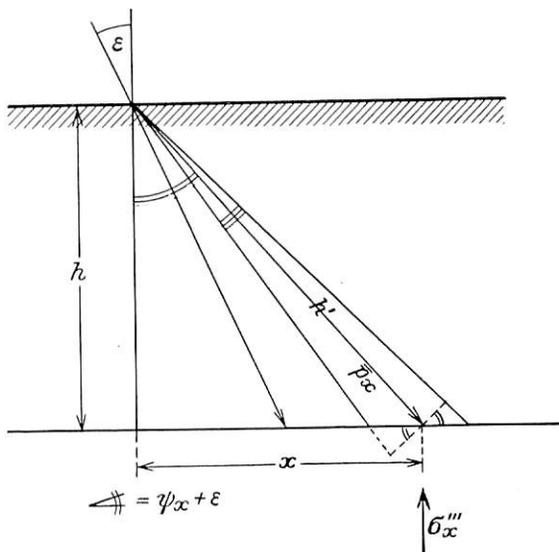


Abb. 6.

Somit ist:

$$p \cos \varepsilon = \sigma_0 h^4 \left\{ h \int \frac{h \operatorname{tg} (\psi - \varepsilon) dx}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} + \operatorname{tg} \varepsilon \int_0^h \frac{x dx}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} - h \operatorname{tg} (\psi + \varepsilon) - \operatorname{tg} \varepsilon \int_0^h \frac{x dx}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} \right\}$$



Die unter der Symmetrieachse liegende größte Spannung  $\sigma_{00}$  ist gleich der Summe aller Spannungen  $\sigma_{xx}$ , wobei der zweite Index sich auf die Entfernung der linienförmigen Last  $p_x$  von der Mittellinie bezieht, und der erste auf die Entfernung des Ortes der gesuchten Spannung von der Senkrechten der Kraft  $p_x$ .

$$\begin{aligned}\sigma_{00} &= 2 \int_0^{\frac{b}{2}} \sigma_{xx} = 2 \int_0^{\frac{b}{2}} \sigma_{0x} \cos^5 \alpha_x dx = \frac{6p}{h\varrho} \int_0^{\frac{b}{2}} \frac{h^5 dx}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} = \\ &= \frac{6pb}{\varrho} \left[ \frac{4h^2}{3(\sqrt{b^2 + 4h^2})^3} + \frac{2}{3\sqrt{b^2 + 4h^2}} \right] = pb \frac{h^2 + 2d^2}{\varrho d^3} \dots 6)\end{aligned}$$

Kann bei größerer Tiefe und engerem  $b$   $h=d$  angenommen werden, so erhalten wir

$$\sigma_{00} = \frac{3pb}{h\varrho} \dots \dots \dots 7)$$

(Der Ausdruck für  $\varrho$  ist in Gleichung 5a) gegeben.)

Die resultierende Spannung  $\sigma_{x0}$  in der Entfernung  $x$  von der Mittellinie läßt sich berechnen zu

$$\sigma_{x0} = \frac{3p}{h\varrho} \int_0^{\frac{b}{2} + x} \frac{h^5 dx}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5} + \frac{3p}{h\varrho} \int_0^{\frac{b}{2} - x} \frac{h^5 dx}{(\sqrt{x^2 + h^2})^5}$$

und nach Integration wird mit den Bezeichnungen der Abb. 9

$$\sigma_{x0} = \frac{ph^2}{\varrho} \left[ \frac{r}{d'^3} + \frac{s}{d''^3} + \frac{2r}{h^2 d'} + \frac{2s}{h^2 d''} \right] \dots \dots 8)$$

Die Kurve  $y=\sigma_{x0}$  hat große Ähnlichkeit mit der Wahrscheinlichkeitskurve, es drückt aber eine solche sonderbarerweise die tatsächlichen Druckverhältnisse besser aus als die Kurve  $y=\sigma_{00}$ . Ganz dasselbe gilt von den Berechnungsweisen Boussinesque-Strohschneider, da sie auf denselben Voraussetzungen fußen wie Formel 8). Die berechneten Spannungen unter der Last fallen zu niedrig, die rechts und links seitwärts auftretenden Spannungen zu hoch aus.

Ohne behaupten zu wollen, daß mit den eingangs gemachten Voraussetzungen das Spannungsproblem in körnigen Massen sich mit völliger Genauigkeit lösen läßt, nimmt der Verfasser den Standpunkt ein, daß man mit den in Rede stehenden Voraussetzungen der Wahrheit doch näher kommen kann als bis jetzt, wenn man nur die Berechnung in anderer Beziehung mehr den tatsächlichen Verhältnissen anpaßt, wie wir es weiter unten mit Hilfe der Gleichung 5) versuchen werden.

Bei Berechnungen nach Boussinesque-Strohschneider wird gleichmäßige und senkrechte Belastung angenommen, während in der Tat auch bei gleichmäßiger Belastung gegen die Mitte der Belastungsfläche die spezifische Spannung an ihrer Unterfläche anwächst; auch die Richtung der genannten Hauptspannungen zeigt eine stetige Änderung von dem Rande gegen die Mitte der Lastfläche an. Wenn also z. B. eine parabolische Spannungsverteilung an der Lastunterfläche festgestellt wird, mit Maximum unter der Mittellinie und die Richtungen der Hauptspannungen von der mittigen Senkrechten sich beiderseits zur Wagrechten neigen, so werden sofort die größeren Hauptspannungen in der Mittellinie, wie sie die Versuche verschiedentlich lieferten, erklärt gegenüber den etwas kleineren Werten der Berechnungen Strohschneiders. Um für solche, der Wahrheit näherkommende Lastwirkung die Spannungsverteilung nach den klassischen Voraussetzungen zu ermitteln, sind die obigen Formeln abgeleitet.

Die theoretische Feststellung der Lastwirkungen an der Oberfläche der homogenen körnigen Massen auch bei „gleichmäßiger“ Belastung ist eine Aufgabe für sich, und sollte

baldigst gelöst werden. Zur Zeit herrscht auf diesem Gebiete noch große Unsicherheit.

Als Beleg und weitere Erklärung seien hier folgende Sätze Terzaghis, des berühmten Bodenmechanikers, angeführt: „Unter den angeführten Voraussetzungen (Engesser) sollte der auf den Rand einer starren gleichmäßig belasteten Platte wirkende Gegendruck des Bodens größer sein als der Druck des Bodens auf die Plattenmitte. Im Gegensatz sah sich dazu die Am. Found. Comm. durch die Arbeiten Engessers veranlaßt, für die, auf die Unterseite einer kreisrunden gleichförmig belasteten Platte wirkende Bodenreaktion eine parabolische Druckverteilung anzunehmen\*) (Druck 0 am Rand und Maximaldruck unter der Plattenmitte). Obwohl der Verfasser geneigt ist, sich der Ansicht Engessers anzuschließen, muß er zugeben, daß die Theorie, auf die sich diese Ansicht stützt, nicht ganz einwandfrei ist (Terzaghi, Bodenmechanik S. 235).

Die neueren Versuche haben alle die Annahmen der American Foundation Commission bestätigt. So schreiben\*) Prof. Dr. Ing. Kögler und Dr. Ing. Scheidig: „Nach den Messungen an der Sohlfläche steht fest, daß unter der Sohle eines starren Belastungskörpers, wie er beim Versuche verwendet worden ist, keineswegs eine gleichmäßige Verteilung des Bodendruckes herrscht, sondern daß der Druck von einem hohen Größtwerte in der Mitte nach dem Rande zu rasch abfällt bis zu einem sehr kleinen Werte am Rande selbst, dessen Größe von den Randbedingungen abhängt. Wenn der Körper auf der Oberfläche der Schüttung aufsetzt, kann der Randwert praktisch gleich Null gesetzt werden; er wächst mit zunehmender Gründungstiefe.

Das der „American Railroad Association“ angegliederte „Special Committee on Stresses in Railroad Track“ gab 1919 der Öffentlichkeit eine Mitteilung über höchst bedeutsame Versuche und Studien über Druckverteilung im Bettungskörper unter Querschwellen. Der angeführte Fachausschuß stellte auch eine parabelartige Druckverteilung an der Schwellenauflegerfläche fest mit Goldbeckschen Zellen (Circular No. SII—10 S. 152), und zur Erklärung wurde auf die Rankinesche Theorie der konjugierten Spannungen in kohäsionslosen Massen zurückgegriffen.

Die tatsächliche Spannungsverteilung an der Sohlfläche wurde auch anlässlich dieser bedeutsamen Arbeit nicht abgeleitet; bloß für den Fall der beginnenden gewaltsamen Eindrängung der Schwelle in die Bettung als Grenze der Tragfähigkeit. Eine solche Berechnung der Tragfähigkeit muß aber als mißglückt betrachtet werden, weil die Grundbedingung der Berechnung die Annahme bildet, daß die gewaltsame Eindrängung („when the tie is being forced into the ballast“) der Schwelle erst dann beginnt, wenn die mit der Sohle in Berührung stehenden Körner durch die konjugierten horizontalen Kräfte in Bewegung geraten.

Die Behauptung, daß die Reibung zwischen Holz und Bettung allerdings kleiner ist als die innere Reibung des Bettungsstoffes würde natürlich dafür sprechen, daß die erste Verdrängung sofort unter der Schwelle beginnt, aber aus den Versuchen Bräunings, Kreys und Terzaghis kann man eher den gegenteiligen Schluß ziehen.

Für übliche Schwellenbelastung sahen sich die Amerikaner veranlaßt, die Kraftverteilung nach Abb. 10 vorauszusetzen.

Mit Hilfe unserer Gleichung 5) lassen sich die Spannungen in beliebig tiefer wagrechter Meßebene berechnen, nur müssen die Wirkungen der einzelnen Laststreifen einzeln berechnet werden. Falls die Spannung in der Mittellinie gesucht wird, genügt es, im Belastungsfalle der Abb. 10 vier Streifen zu berechnen. Die Berechnung gestaltet sich einfacher als man

\*) „Druckverteilung im Baugrunde“. Bautechnik 1927, H. 31.

nach der verwickelten Formel vermuten würde, da die einzelnen Teile an Hand einer einfachen Zeichnung abmeßbare geometrische Größen sind. Es ist nämlich mit den Beziehungen

$$\text{der Abb. 11} \quad \rho = \left[ \frac{m}{k^3} + \frac{n}{l^3} + \frac{2m}{k} + \frac{2n}{l} + \frac{z}{l^3} - \frac{z}{k^3} \right] \frac{1}{c}$$

Die Werte  $\rho$  ergeben dann für jeden Streifen das zugehörige  $\sigma_0 = \frac{3P}{h\rho}$  d. h. jene senkrechte Spannung, die in der Tiefe  $h$  unterhalb des Eintrittspunktes der Last vorhanden ist.

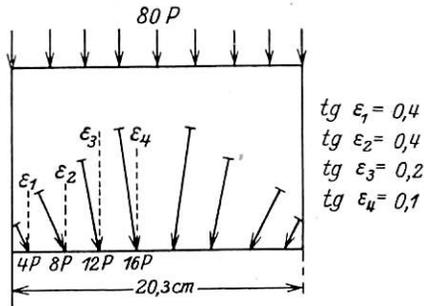


Abb. 10.

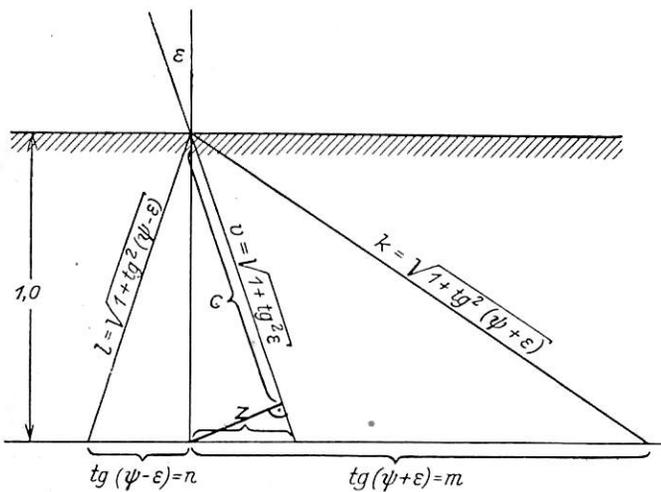


Abb. 11.

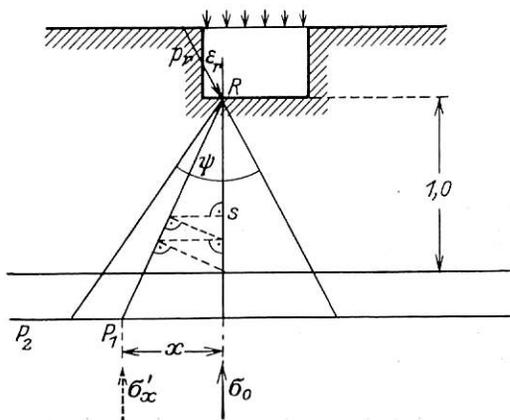


Abb. 12.

Die Spannung in einem gewählten Punkt P (Abb. 12) erhält man, wenn man alle Spannungen addiert, welche die Streifenkräfte  $p_r$  verursachen. Jede solche läßt sich nach Formel 1), 2) oder 3), je nach Lage des Punktes P, berechnen; so ist z. B. im Falle der Abb. 12

$$\sigma'_x = \frac{\sigma_0 \cos^4(\psi_x - \varepsilon) \cos \psi_x}{\cos \varepsilon}$$

Die einzelnen trigonometrischen Größen lassen sich wieder zeichnerisch bestimmen. (So ist  $\text{RS} = \cos^4(\psi_x - \varepsilon)$ .)

Verfasser hat nach diesem Verfahren die in Vonhunderten der durchschnittlichen spezifischen Oberflächenspannung ausgedrückten Spannungen unter einer Schwelle mit den Querschnittsmaßen  $6 \times 8$  Zoll berechnet unter Annahme einer Kraftverteilung, wie sie die Amerikaner voraussetzten (s. Abb. 10). Dem Bericht des erwähnten amerikanischen Fachausschusses ist eine Zusammenstellung beigelegt, die in elf verschiedenen Punkten der Bettung die durchschnittlichen gemessenen Spannungen angibt unter einer 8'' breiten Schwelle, ebenfalls in Vonhunderten der gleichmäßig gedachten Oberflächenspannung (= 100 Pf. pro □ Zoll). In Abb. 13 wurden die gemessenen amerikanischen durchschnittlichen Spannungen in Vonhunderten aufgetragen für alle elf Punkte, und auch die nach obigen Voraussetzungen berechneten Spannungen.

Treffender gestaltet sich aber der Vergleich, wenn mit dem Auftreten eines kleinen (z. B. 4 cm tiefen) „Tragkörpers“ aus Bettungsstoff (ein Begriff Terzaghis) unter der Schwelle gerechnet wird, in welchem die Druckverhältnisse ganz dieselben sind als an der Sohlfläche der Schwelle. Diese kleine Schicht, deren Dicke von der Korngröße des Bettungsstoffes abhängt, vermittelt einigermaßen den Übergang der Verhältnisse in den Hookschen Zustand. Das Vorhandensein und die Bedeutung dieses Tragkörpers ließe sich durch eingehende theoretische Betrachtungen weiterstützen.

Bei Annahme eines 4 cm tiefen Tragkörpers (wo also alle Druckfäden — in Übereinstimmung mit den Versuchen — noch ganz senkrecht verlaufen, und wo die Bettung überhaupt keine Verkürzung unter Druck erleidet) wurden die Spannungen ebenfalls für die angedeuteten elf Punkte berechnet; sie sind den von der amerikanischen Kommission gemessenen Spannungen in Abb. 14 gegenübergestellt.

Die verhältnismäßig geringe Abweichung der gemessenen und berechneten Werte läßt sich z. T. auch mit den Ungenauigkeiten der bloß vermuteten Kraftverteilung nach der Abb. 10 und mit der Ungenauigkeit in der Annahme des Winkels  $\psi$  erklären. Es ist aber auch zu bemerken, daß die Zahlen der amerikanischen Quelle bei 8'' Schwellenbreite für jede Bettungsart vom Sand bis zum Steinschlag gelten sollen, und daß die Messungswerte nicht mit den feinsten Instrumenten auf unnachgiebigem Untergrunde gewonnen wurden. Wir wissen schon, daß das ideale Meßgerät der Elastizität des Bettungsstoffes und der Kraftwirkung Rechnung tragen müßte. Auch sind die Spannungen, die für geringere Tiefen angegeben sind, wegen der Art ihrer Ableitung nicht ganz unanfechtbar\*).

Nach ganz denselben Grundsätzen wie die lotrechten Spannungen können auch die horizontalen Spannungen bei schiefer Belastung entwickelt werden. Diese im Oberbau zu kennen ist von nicht geringer Bedeutung, soll aber hier nicht weiter verfolgt werden. Die hervorragende Wichtigkeit dieser Frage läßt sich auch aus den Ausführungen Bräunings ersuchen, der die gewölbeartigen Verspannungen aus der ungenügend starken Bettung deutet. Besonders zeitgemäß wird diese Frage jetzt, wo die neueren Bettungsverdichtungsverfahren vergleichend beurteilt werden sollten.

Soll die angedeutete Frage allgemein behandelt werden, so ist der Lastdruck in der Tiefe  $h$  noch mit Eigenspannung  $\sigma_v = \gamma h$  und  $\sigma_h = \xi \gamma h$  zusammensetzen, wie dies bei Gründungsfragen auch kaum zu umgehen ist. Bei Untersuchung der Bettungsspannungen können aber  $\sigma_v$  und  $\sigma_h$  mit Recht vernachlässigt werden.

\*) Die Schwellen sind nicht gleichmäßig belastet worden, sondern wie im Gleise, durch zwei konzentrische Kräfte. Die Spannungen sind aber entlang der Schwelle gemessen worden, wobei der auf diese Weise manchmal nicht ganz bezeichnende Durchschnitt gebildet wurde.

Im vorhergehenden haben wir ein Verfahren entwickelt, mittels dessen sich die Spannungsverteilung im körnigen Stoffe durch Anwendung der einfachen Gesetze der Festigkeitslehre mit hinreichender Genauigkeit vorher sagen läßt. Die Tragfähigkeit selbst läßt sich aber nach diesem Verfahren nicht berechnen, da in diesem Grenzfall das Gesetz  $y=cp$  überhaupt keine Gültigkeit besitzt und auch die kohäsionslose Wesensart des körnigen Bettungsstoffes überwiegt.

aufgenommen werden und daß die Schubspannungen in keiner Richtung die Reibung überschreiten können. Im übrigen aber, solange keine Bewegung eintritt, also innerhalb der Grenzen des aktiven und passiven Erddruckes, und z. T. einschließlich dieser Grenzfälle, ist ein wesentlicher Unterschied gegenüber festen Körpern nicht vorhanden. Für die elastischen Formänderungen ist es ziemlich gleichgültig, ob ein betrachteter Körperteil aus unendlich kleinen oder endlichen

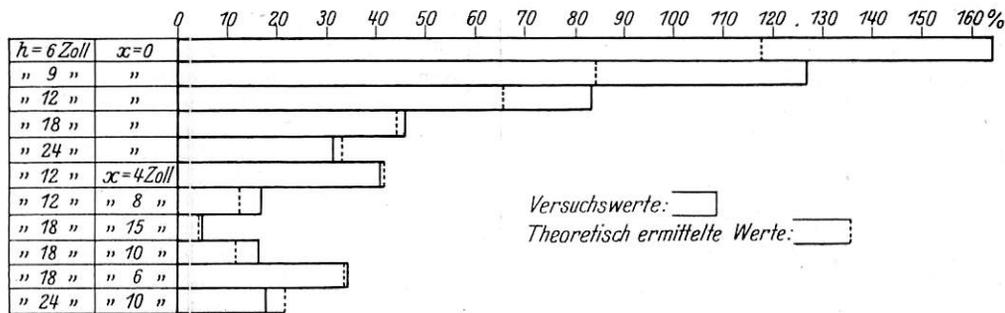


Abb. 13.

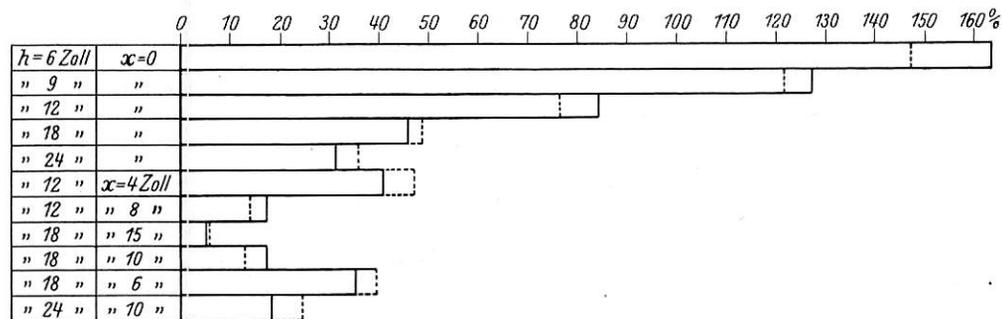


Abb. 14.

Die leidlich gute Übereinstimmung von Theorie und Versuch auch bei dünner und grobkörniger Steinschlag-schicht wirkt beruhigend, rechtfertigt die Anwendung des Hookeschen Gesetzes und bekräftigt den Standpunkt Dr. H. Krey's, wenn er schreibt: „Die vielfach in der Literatur auftretende Behauptung, daß es sich bei losen Erdmassen ohne Kohäsion grundsätzlich um ganz andere Verhältnisse und Eigenschaften handle als bei festen Körpern, ist irrig. Der einzige Unterschied zwischen ihnen besteht darin, daß bei loser Erde und Sand ohne Haftung Zugspannungen nicht

kleinen Teilchen besteht, die sich irgendwie berühren. Auch bei festen Körpern sind je nach der Herstellung verschiedene Anfangsspannungen vorhanden, und auch bei ihnen sind die Spannungen im ganzen Körper durchaus nicht gleichmäßig, weder die Hauptspannungen noch die Schubspannungen. Wir können daher die an festen Körpern gewonnenen Ergebnisse auch mit geringen Einschränkungen und Veränderungen auf lose Massen übertragen\*).

\*) „Erddruck, Erdwiderstand und die Tragfähigkeit des Baugrundes“ von Dr. H. Krey. S. 23.

## Die Bemessung von Eisenbetonquerschwellen nach der Theorie und der Erfahrung.

Von Dipl.-Ing. Géza Mendl, Oberinspektor der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Hierzu Tafel 26.

Die Bemessung von Querschwellen, die anfangs rein erfahrungsgemäß erfolgte, ist seit den theoretischen Untersuchungen Winklers und den darauf fußenden grundlegenden Arbeiten von Dr. Zimmermann und von Ast-Helly der Berechnung hauptsächlich dadurch zugänglich geworden, daß sowohl das Werk Dr. Zimmermanns als die Studie von Ast Tabellen enthalten, die die Ausführung der sonst sehr umfangreichen Rechenarbeit vereinfachen. Diese Tabellen setzen gleichbleibende Querschnittsabmessungen der Schwellen und beiderseitigen gleich großen Schienendruck voraus und gelten nur für die beiden einfachsten Auflagerungsfälle: die der ganzen Länge nach gleichmäßig unterstopfte, und die auf dem tragenden Teil ihrer Länge gleichmäßig unterstopfte Schwelle. In Wirklichkeit werden nun an den Lastpunkten oft ganz ungleiche Drücke übertragen, auch wird nur die frisch unter-

stopfte Schwelle annähernd gleichmäßig aufliegen, während Schwellen, die den Wirkungen der Verkehrslast schon längere Zeit ausgesetzt waren und sich gesetzt haben, ungleich und stellenweise auch hohl liegen. Bei Schwellen aus Eisen oder Holz kann man der mangelhaften Übereinstimmung zwischen Rechnungsgrundlagen und Wirklichkeit dadurch Rechnung tragen, daß die zulässigen Spannungen entsprechend herabgesetzt werden. Dieses einfache Bemessungsverfahren ist bei Eisenbetonschwellen unzweckmäßig; sollen diese mit Eisen- oder Holzschwellen wirtschaftlich in Wettbewerb treten können, so müssen sie aufs sparsamste bemessen sein, insbesondere muß der kostspieligste Bestandteil der Schwelle, die Eisenbewehrung durch Erhöhung der zulässigen Eisenspannungen bis zur eben noch statthaften Grenze, möglichst ausgenützt werden; demgegenüber müssen aber die angreifenden Kräfte und die Auf-

lagerungsverhältnisse genauer erfaßt werden. Diesen Überlegungen entsprechend sind in neuerer Zeit bei der Bemessung von Eisenbetonschwellen Annahmen gemacht worden, die den tatsächlichen Verhältnissen besser entsprechen als die bisherigen. So wurde beispielsweise vorausgesetzt, daß an den beiden Lastpunkten verschiedene große Schienendrucke übertragen werden, ferner daß die Bettungsziffern für die Schwellenköpfe und für den Mittelteil der Schwelle verschieden groß sind, oder daß die Unterstopfung der beiden Seiten der Schwelle ungleich ist. Derartige Untersuchungen gestatten wohl einen sehr erwünschten, tieferen Einblick in das Kräftespiel der Schwelle, doch bleibt es — solange uns nicht sehr zahlreiche Spannungs- und Formänderungsmessungen an Schwellen zur Verfügung stehen — fraglich, inwieweit das vorausgesetzte Verteilungsgesetz zutrifft und welches die in Wirklichkeit eintretende ungünstigste Last- und Druckverteilung ist, insbesondere welchen Größenwert der dynamische Faktor annimmt. Bei dem jetzigen Stand unserer Erfahrungen bleibt die beste Überprüfung des Berechnungsverfahrens der praktische Versuch im Großen, und zwar durch eine auf mehrere Jahre sich erstreckende Beobachtung, an einer genügend großen Anzahl ins Gleis verlegter Schwellen. Zu solchen Beobachtungen sind Schwellen am geeignetsten, die an der Grenze ihrer Tragfähigkeit stehend, im allgemeinen den Betriebslasten gerade noch entsprechen, aber bei besonders ungünstiger Auflagerung oder bei besonders großen dynamischen Wirkungen bereits versagen.

Diese Erwägungen veranlassen uns, nachstehende Mitteilungen über das Verhalten derartiger, heute schon veralteter Schwellenarten zu machen. Es sind dies Eisenbetonschwellen der italienischen Bauarten vom Jahre 1905 und 1906, die nach etwa zehnjähriger Beobachtungsdauer wegen Verstärkung und Umbaus der Versuchsstrecke aus dieser entfernt und in ein Nebengleis verlegt werden mußten.

#### Die Eisenbetonschwellen italienischer Bauart.

Veranlaßt durch die große Bestellung von 300 000 Stück Eisenbetonschwellen, die die italienischen Eisenbahnen in den Jahren 1906 bis 1908 machten, entschlossen sich die k. ung. Staatsbahnen, auch ihrerseits Versuche mit diesen Eisenbetonschwellen auszuführen. Demgemäß wurden im Jahre 1911 etwa 4000 Stück Schwellen in eine dicht bei Budapest gelegene Versuchsstrecke verlegt. Diese Versuchsstrecke liegt auf der Verbindungsbahn zweier Bahnhöfe, hat den Charakter einer Hauptbahn zweiten Ranges und weist lebhaften Güterzugverkehr, aber weder Personen- noch Schnellzugverkehr auf.

Es wurden je 2000 Stück Schwellen der damals bei den italienischen Bahnen als gleichwertig geltenden Bauarten vom Jahre 1905 und vom Jahre 1906 verlegt und zwar wurde von jeder Bauart die eine Hälfte der Schwellen in Stampfbeton, die andere Hälfte in Gußbeton ausgeführt. Die beiden Bauarten (die Dr. Ing. Bastian im VII. Band des Handbuchs für Eisenbetonbau als „Type vom Jahre 1906“ und als „Neueren Schwellentypus“ genau beschreibt und die wir daher als bekannt betrachten) unterscheiden sich hauptsächlich darin von einander, daß Bauart 1905 mit zahlreichen dünnen, in vier Schichten verteilten, Eiseneinlagen bewehrt ist, Bauart 1906 hingegen mit wenigen stärkeren Eiseneinlagen, die in zwei Schichten verteilt, nahezu den gleichen Querschnitt und das gleiche Widerstandsmoment, aber eine bedeutend geringere Haftfläche besitzen, als die Bewehrung der älteren Bauart.

Nachfolgende Zusammenstellung 1 gibt eine Übersicht der für die Festigkeitsberechnung maßgebenden Werte.

Unsere Versuche sollten auch die Frage klären, ob die bei den italienischen Schwellen vorgeschriebene ungewöhnlich große Zementmenge von 750 kg auf 1 m<sup>3</sup> Sandgemenge beim Beton nicht etwa eine Neigung zur Ribbildung hervorruft und ob man, bei Verwendung eines hochwertigen Zementes, nicht

Zusammenstellung 1.

Bauart und Eisenbewehrung	Widerstandsmoment für die Zugeisen cm <sup>3</sup>		Umfang der Zugeisen (unter dem Schienenaflager) cm
	in Schwellenmitte	unter dem Schienenaflager	
Bauart 1905 . .	17,51	32,74	31,42
Bauart 1906 . .	18,09	29,72	14,14

mit einer viel geringeren Zementmenge auskommen könne. Es wurde deshalb die eine Hälfte der Schwellen aus fettem Beton (750 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Sandgemenge, oder etwa 630 kg auf 1 m<sup>3</sup> gebrauchsfertigen Beton), die andere aus magerem Beton (375 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Sandgemenge, oder etwa 360 kg auf 1 m<sup>3</sup> Beton) gefertigt und die Lieferung der Schwellen je zur Hälfte an zwei Baufirmen vergeben, von denen die erste, die auf eine langjährige Erfahrung im Eisenbetonbau zurückblicken konnte, den hochwertigen Zement „A“ verwendete, während die zweite Baufirma, die im Eisenbetonbau noch wenig Übung besaß, den minderwertigen Zement „B“ benützte, der den damaligen Zement-Normen gerade noch entsprach.

Die mit den beiden Zementen und dem daraus hergestellten Beton vorgenommenen Normen-Festigkeitsproben ergaben im Alter von 28 Tagen folgende Festigkeitswerte in kg/cm<sup>2</sup>.

Zusammenstellung 2.

Bezeichnung der Zemente	„A“		„B“	
	Druck	Zug	Druck	Zug
Festigkeit der Zemente auf	403	29,4	235	17,4
Druckfestigkeit des Stampfbetons	fett	282	130	
	mager	168	65	
Druckfestigkeit des Gußbetons	fett	225	95	
	mager	122	45	

Die Schwellen wurden im Frühjahr 1911, etwa 9 Monate nach ihrer Herstellung, in die Versuchsstrecke verlegt.

Die 16 Varianten, in denen nach obigem die Schwellen in gleicher Anzahl ausgeführt wurden, zeigten ein sehr verschiedenes Verhalten. Nach 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> jähriger Benützungsdauer waren von den ursprünglich verlegten Schwellen folgende Vonhundertsätze noch in betriebsfähigem Zustand:

Zusammenstellung 3.

Bauart und Eisenbewehrung	Von den Schwellen hergestellt aus Zement							
	„A“ hochwertiger Zement (fachgemäße Arbeit)				„B“ minderwert. Zement (ungeübte Arbeit)			
	magerem		fettem		magerem		fettem	
	Gußbeton	Stampfbeton	Gußbeton	Stampfbeton	Gußbeton	Stampfbeton	Gußbeton	Stampfbeton
	%	%	%	%	%	%	%	%
Bauart 1905	58,4	88,2	82,9	86,2	16,9	64,6	36,1	72,6
Bauart 1906	27,5	61,1	84,7	93,6	12,3	27,5	52,0	57,9

Aus der Zusammenstellung 3 können wir folgende Feststellungen ablesen:

a) Von den Schwellen der Bauart 1905 blieben etwa 21 % mehr gebrauchsfähig als von den Schwellen der Bauart 1906; die erste hat sich also anscheinend besser bewährt. Diese Überlegenheit der älteren Eisenbewehrung ist aber nur scheinbar; beschränken wir nämlich den Vergleich auf die Schwellen aus

fettem Beton, so finden wir — wie dies auch bei den italienischen ausschließlich mit fettem Beton ausgeführten Versuchen festgestellt wurde — daß beide Bauarten gleichwertig sind (in diesem Falle weist Bauart 1906 sogar eine um etwa 4 % günstigere Abnutzung auf).

Das verschiedene Verhalten der beiden Bauarten, deren Eisenbewehrung laut Zusammenstellung 1 sowohl in Schwellenmitte, als auch unter dem Schienenaufleger fast gleich großen Biegungswiderstand bietet, findet seine Erklärung in dem bedeutenden Unterschied zwischen den Haftflächen der Zugseisen beider Bauarten. Bei dem Umstande nämlich, daß die Zugseisen ohne Haken oder sonstige Befestigung, auch ohne Aufbiegung bis an das Ende gerade durchlaufen, kann der Beton nur solche Kräfte auf die Eisenbewehrung übertragen, die den gesamten Gleitwiderstand nicht überschreiten. Dieser Widerstand war bei den aus magerem Beton nach Bauart 1906 hergestellten Schwellen am geringsten und zweifellos ungenügend, um die notwendigen Zugkräfte ganz aufzunehmen; hingegen war er, sowohl bei den Schwellen aus fettem Beton (infolge des, mit der Festigkeit des Betons zunehmenden Gleitwiderstandes) als auch bei den Schwellen der älteren Bauart, infolge ihrer mehr als doppelt so großen Haftfläche und des dadurch bedingten viel größeren Gleitwiderstandes, zur Aufnahme der ganzen notwendigen Zugkraft offenbar ausreichend.

b) Es stellte sich die Zahl der betriebsfähigen Schwellen:

1. Bei Verwendung hochwertigen Zementes und bei fachgemäßer Arbeit um etwa 71 % höher als bei Benützung minderwertigen Zements und bei ungebübter Arbeit;
2. bei Verwendung fetten Betons um etwa 59 % höher als bei Benützung mageren Betons;
3. bei Ausführung in Stampfbeton um etwa 49 % höher als bei Herstellung aus Gußbeton;

kurz: alle Umstände, die die Beschaffenheit und Festigkeit des Betons günstig beeinflussen, erhöhten auch wesentlich die Haltbarkeit der Schwelle.

Noch augenfälliger wird der ausschlaggebende Einfluß, den die Güte des Betons auf die Haltbarkeit der Schwellen ausübte, wenn wir Schwellen derselben Bauart miteinander vergleichen. So blieben beispielsweise von der am besten bewährten, aus Zement „A“ und fettem Stampfbeton nach Bauart 1906 hergestellten Abart  $7\frac{1}{2}$ mal soviel Schwellen gebrauchsfähig, als von der (nach derselben Bauart) aus Zement „B“ und magerem Gußbeton hergestellten Abart. Dieses Ergebnis ist, da die Eisenbewehrung der beiden Abarten die gleiche war, ausschließlich auf die Menge des Zements und die Festigkeitseigenschaften des Zements und Betons zurückzuführen. Aus den vorstehenden Beobachtungen haben wir die Folgerung abgeleitet: daß die Haltbarkeit der Eisenbetonschwellen nur durch eine Güte des Zements und Betons gewährleistet wird, die die bei den gewöhnlichen Eisenbetonbauten erforderliche weitaus übertrifft, daß ferner für einen sehr guten Verbund zwischen Eisen und Beton vorgesorgt werden muß, und daß dazu möglichst kleine Durchmesser für die Längseisen zu wählen sind.

Die erhöhten Anforderungen, die bei Eisenbetonschwellen an die Güte des Betons und des Verbundes gestellt werden müssen, haben ihre Ursache zweifellos in den ungünstigen dynamischen Wirkungen der bewegten Last. Darauf weist besonders der Umstand hin, daß von den Stoßschwellen, die den Stößen, Erschütterungen und Schwingungen der Verkehrslast unmittelbar ausgesetzt sind, ein viel größerer Hundertsatz unbrauchbar wurde, als von den Mittelschwellen. Die Zahl der ausgewechselten Schwellen betrug (wenn wir sämtliche verlegten Schwellen in Betracht ziehen) bei den Stoßschwellen 78 % und bei den Mittelschwellen 36 %. Noch größer sind

die Unterschiede bei den gut bewährten Abarten; es wurden beispielsweise von der am besten bewährten (aus Zement „A“ und fettem Stampfbeton nach Bauart 1906 hergestellten) Abart 31 % der Stoßschwellen und nur 2,3 % der Mittelschwellen unbrauchbar. Die Stoßschwellen haben also eine bedeutend ungünstigere Inanspruchnahme zu erleiden, als die übrigen Schwellen. Diese Feststellung ermöglicht es, an Eisen zu sparen, indem nur die Stoßschwellen den feststellbar ungünstigsten Kraftwirkungen entsprechend bemessen werden, die Mittelschwellen hingegen, den kleineren Kraftwirkungen gemäß, mit geringerem Aufwand an Eisen.

Eingehende Beobachtungen an den unbrauchbar gewordenen Schwellen ergaben als hauptsächlichste Ursachen der Auswechslung: die Zerstörung des Schwellenteils unterhalb des Schienenauflegers, und den Bruch der Schwelle infolge von Scher-Rissen.

Die erste Form der Zerstörung wurde vorzugsweise an den aus minderwertigem Beton hergestellten Schwellen beobachtet; die ersten Anzeichen waren in der Regel Oberflächenrisse. Diese Risse, die nur bis zur oberen Eisenbewehrung reichten, gingen am häufigsten von den Ecken der Schienenunterlegplatten, seltener von den Kanten der Dübel aus; manchmal bildeten von der Schwellenunterfläche ausgehende (infolge der Biegung auftretende) Zugrisse die ersten Ursachen der Zerstörung.

Auch bei den aus gutem Beton hergestellten Schwellen war ein geringes Eindringen der Unterlegplatten in die Oberfläche des Betons zu beobachten, doch ohne daß dadurch Risse im Beton entstanden wären.

Um dem Entstehen der Oberflächenrisse und dem Eindringen der Unterlegplatten vorzubeugen und um die dynamischen Wirkungen abzuschwächen, wurde bei unseren späteren Versuchen zwischen Unterlegplatte und Schwelle, eine elastische Zwischenlage (am besten aus Pappelholz) eingefügt. Auch wurde beim Befestigen der Schienen darauf geachtet, daß die Schraube nur soweit in den Dübel eingetrieben werde, bis der Schraubenkopf auf dem Schienenfuß eben anliegt, ohne stärkeren Druck auszuüben. Es wurde damit sowohl einer ruckweisen Zugwirkung auf den Dübel, als einem Hämmern der Unterlegplatten auf der Schwelle vorgebeugt.

Bei den besser bewährten, aus gutem Beton hergestellten Abarten war das Durchschneiden der Schwellen (richtiger Reißen des Betons infolge von Zughauptspannungen in schiefen Querschnitten) die hauptsächlichste Ursache der Auswechslung. Diese Art der Zerstörung war bei den Schwellen der Bauart 1905, zweifellos infolge des viel besseren Verbundes, viel seltener als bei den Schwellen der Bauart 1906.

Die Scher-Risse, deren äußerste und innerste Lage im Grundriß der Schwelle auf Textabb. 1 dargestellt sind, traten fast ausnahmslos in unmittelbarer Nähe der Stelle auf, wo sich der Querschnitt der Schwelle plötzlich ändert; sie lagen beiderseits dieser Stelle, innerhalb eines Streifens von nur etwa 20 cm Breite, wie dies auf der Zeichnung angedeutet ist. Die Lage der Bruchstellen weist darauf hin, daß neben dem unzureichenden Scherwiderstand der Schwelle der bekanntlich sehr ungünstige Einfluß der unvermittelten Querschnittsänderung die Hauptursache des durch Scherkräfte erzeugten Bruches war, daß also stärkere Querschnittsänderungen zu vermeiden sind.

Weder die Zerstörung des Schwellenteils unterhalb des Schienenauflegers, noch das Durchschneiden der Schwelle waren mit nennenswerten Verformungen verbunden; wohl wiesen viele unbrauchbar gewordene und ein großer Teil der noch betriebsfähigen Schwellen merkliche, bleibende Formänderungen auf, doch waren diese niemals so weitgehend, daß sie zum Bruch geführt und die Auswechslung der Schwelle veranlaßt hätten.

Am häufigsten zeigten die Schwellen die in Textabb. 2 dargestellte Formänderung, seltener nahmen sie die in Textabb. 3 und nur ausnahmsweise die in Textabb. 4 dargestellte Form an. An den aus anderen Ursachen unbrauchbar gewordenen Schwellen der acht am besten bewährten Abarten haben wir festgestellt, daß etwa 55 % die erste, 20 % die zweite und nur 2 % die dritte Form angenommen haben, 20 % waren unverformt und 3 % wiesen Sonderverformungen auf. Den Formänderungen entsprechend zeigten sich im konvexen Teil der Schwellen Zugrisse, die demgemäß im Mittelteil der Schwelle von der Oberfläche unterhalb des Schienenauflegers von der Unterfläche ausgingen. Die letzterwähnten, von der Unterfläche ausgehenden Zugrisse, die von der Bettung verdeckt und daher der Beobachtung schwer zugänglich sind, bleiben leicht unbemerkt und finden deshalb — trotz ihrer größeren Bedeutung und ihres häufigen Auftretens — weniger Beachtung, als die, infolge des sogenannten „Reitens“ der Schwelle entstehenden, gut sichtbaren Zugrisse im Mittelteil der Schwelle.

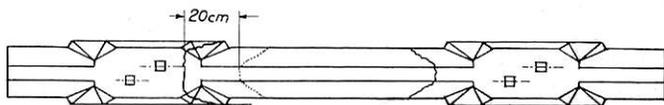


Abb. 1.

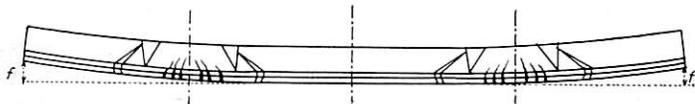


Abb. 2.

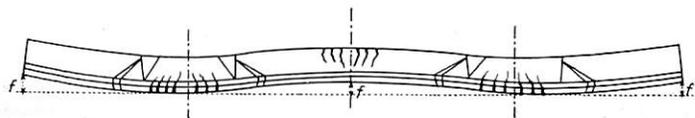


Abb. 3.

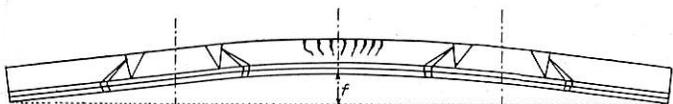


Abb. 4.

Formänderungen und Risse werden im Mittelteil der Schwelle durch negative, unterhalb der Lastpunkte durch positive Biegemomente hervorgerufen und weisen darauf hin, daß die Widerstandsmomente der Schwelle an diesen Stellen ganz ungenügend sind und daß die in den Zugeisen tatsächlich auftretenden Spannungen auf einzelnen Strecken die Proportionalitätsgrenze beträchtlich überschreiten. Die Biegungspfeile „f“ betragen in der Regel nur einige Millimeter, auch ausnahmsweise nicht mehr als 1 bis 1,5 cm bei den Formänderungen nach Textabb. 2 und 3 und höchstens 2 bis 2,5 cm bei der Formänderung nach Textabb. 4.

Eine zerstörende Einwirkung von Frost oder schroffen Temperaturänderungen konnte einwandfrei wohl nicht festgestellt werden, aber in einzelnen Fällen, in denen die im Mittelteil der Schwellen auftretenden Zugrisse dichter und stärker waren, sind diese möglicherweise durch Frostwirkung stellenweise vergrößert und erweitert worden.

Die Befestigung der Schienen mittels Holzdübel und Schienenschrauben hat sich bisher, während einer vieljährigen

Beobachtungsdauer durchaus bewährt, eine Sprengwirkung der getränkten Dübel auf den Beton konnte niemals beobachtet werden, obgleich von der anfangs vorgesehenen Spiralbewehrung um die Dübel herum Abstand genommen wurde. Die Bewehrung der Dübel ist dem Umstande zuzuschreiben, daß das Holz als elastischer Baustoff die Seitenstöße und Zugwirkungen der bewegten Last, federnd und deshalb gemildert auf den Beton überträgt.

Diese Angaben über das Verhalten der italienischen Schwellen ergänzen wir durch eine Festigkeitsberechnung der beiden Bauarten.

Auf der Versuchsstrecke verkehrten während der Beobachtungsdauer Fahrzeuge mit einem größten Achsdruck von 14,3 t; zum Oberbau wurde eine Schiene von 34,5 kg Metergewicht verwendet, deren Trägheitsmoment  $911 \text{ cm}^4$  beträgt; die Bettungsziffer kann schätzungsweise auf  $C=4$  veranschlagt werden. Mit diesen Werten haben wir die äußeren Kräfte und Biegemomente für zwei Auflagerzustände der Schwellen, nach dem Verfahren von Ast, berechnet.

Im ersten Zustand befindet sich die frisch verlegte oder frisch nachgestopfte Schwelle, von der wir annehmen, daß sie unter jeder Schiene auf eine Länge von 1,1 m auf der Bettung aufliegt, in der Mitte aber, wo sie auf 40 cm Länge nicht unterstopft wurde, hohl liegt. Bei dieser Auflagerung, die für den Schwellenteil unter dem Schienenaufleger die ungünstigste ist, beträgt der Schienendruck rund 3850 kg, der größte Bettungsdruck etwa  $1,8 \text{ kg/cm}^2$ , die größte Einsenkung der Schwelle (bei der vorausgesetzten Bettungsziffer:  $C=4$ ) etwa 4,5 mm und das größte positive Biegemoment rund  $+40000 \text{ kgcm}$ , wenn die lastverteilende Wirkung der 18 cm breiten Unterlegplatte berücksichtigt wird.

Der zweite Zustand tritt ein, wenn die Schwelle der Verkehrslast längere Zeit ausgesetzt war und sich infolge des beträchtlichen Bettungsdruckes und der bedeutenden Einsenkung soweit gesetzt hat, daß sie auf ihrer ganzen Länge auf der Bettung aufliegt. Dieser Auflagerzustand, bei dem das größte negative Biegemoment von rund  $33000 \text{ kgcm}$  entsteht, ist für den Mittelteil der Schwelle der gefährliche.

Aus den für die beiden Auflagerzustände festgestellten ungünstigsten Biegemomenten wurden die folgenden Größtspannungen in  $\text{kg/cm}^2$  errechnet:

Zusammenstellung 4.

Bauart und Eisenbewehrung	Zug-	Druck-	Zug-	Zug-	Druck-	Zug-
	Spannungen im			Spannungen im		
	Eisen	Beton	Beton	Eisen	Beton	Beton
	unter dem Schienenaufleger, bei Zustand I			in Schwellenmitte bei Zustand II		
Bauart 1905	1228	67	40	1860	70	79
Bauart 1906	1355	65	45	1820	61	69

Diese rechnungsmäßigen Spannungen sind (besonders für die Schwellenmitte) wohl sehr bedeutend, doch kann man, auch aus den großen Zugspannungen des Eisens, die bei einzelnen Schwellen beobachteten ganz erheblichen Formänderungen nur dann erklären, wenn man annimmt, daß die berechneten statischen Spannungen eine beträchtliche Vergrößerung erfahren haben, und zwar durch dynamische Wirkungen, ferner durch Auflagerverhältnisse, die noch ungünstiger waren, als die vorausgesetzten. Das Maß dieser Vergrößerung haben wir aus den Ergebnissen unserer späteren Laboratoriumsversuche mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen können.

## Die Eisenbetonschwellen der ungarischen Staatsbahnen.

Die unausgesetzt steigenden Schwellenpreise, ferner Schwierigkeiten bei der Beschaffung von Holzschwellen während des Weltkrieges bewogen die k. ung. Staatsbahnen im Jahre 1916, sich mit der Eisenbetonschwelle als Ersatz der Holzschwelle neuerdings zu befassen. Das führte zum Entwurf unserer Eisenbetonschwelle Bauart 1916, bei deren Bemessung und Herstellung wir unsere bis dahin gemachten Erfahrungen mit gutem Erfolg verwertet haben.

Die äußeren Kräfte wurden für 16 Tonnen Achsdruck nach dem Verfahren von Dr. Zimmermann berechnet und hierauf die Schwelle (insbesondere Form und Stärke der Eisenbewehrung) nach der Theorie der auf Biegung beanspruchten Eisenbetonbalken bemessen. Bei der Bestimmung der äußeren Form unserer Bauart 1916 wurden Querschnittsänderungen grundsätzlich vermieden; der Querschnitt der Schwelle ist trapezförmig, die unteren Ecken sind abgeschrägt, die Länge beträgt 260 cm, die Höhe im mittleren Teil 16 cm, an den Enden 13 cm, die durchaus gleich bleibende Breite beträgt an der Oberfläche 22 cm, an der breitesten Stelle 24 cm. Diese äußeren Abmessungen und die äußere Form verleihen unserer Bauart 1916 — wie aus der Zeichnung derselben auf Taf. 26 ersichtlich — große Ähnlichkeit mit der Holzschwelle, sowie mit der Asbestschwelle der Firma Woll.

Das Gewicht der gebrauchfertigen Schwelle beträgt 230 kg, das Gewicht der Eisenbewehrung etwa 22 kg.

Von dieser Bauart wurden 200 Stück in etwa 20 Abarten ausgeführt, die sich hinsichtlich der Beschaffenheit und Menge des verwendeten Zements, der Zuschlagstoffe, Betonmischung und der Durchmesser der Eiseneinlagen voneinander unterschieden. Etwa 150 Stück davon wurden in der Versuchsanstalt der technischen Hochschule in Budapest verschiedenen Festigkeitsprüfungen unterzogen.

Zur Verwendung gelangten nur hochwertige Zemente, deren Normfestigkeiten im Alter von 28 Tagen auf Druck 440 bis 620 kg/cm<sup>2</sup>, auf Zug: 31 bis 43 kg/cm<sup>2</sup> betragen. Die Betonmischungen enthielten 400 kg und 600 kg Zement auf ein m<sup>3</sup> gebrauchfertigen Beton.

Die Versuche bestanden in Biege-, Scher- und Druckproben, die an den gebrauchfertigen Schwellen im Alter von 28 und von 90 Tagen vorgenommen wurden; sie bezweckten einerseits die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der neuen Schwellen und deren Vergleich mit den italienischen Schwellen, andererseits die Feststellung geeigneter Übernahmeproofungen und Lieferungsvorschriften.

Die Druckproben wurden auf der Martensschen Presse, die Biege- und die Scherproben auf der Amsler-Laffonschen Biegemaschine ausgeführt, die eine ungehinderte Formänderung der erprobten Schwellen ermöglicht, wodurch dieselben ganz ähnliche Verformungen und Brucherscheinungen aufwiesen wie die ins Gleis verlegten Schwellen. Es wurden zweierlei Biegeversuche vorgenommen. Der erste bezweckte die Ermittlung des Widerstandes des Schwellenteils unterhalb des Schienenauflegers, bei Beanspruchung durch positive Momente; der zweite Biegeversuch diente zur Erprobung des Mittelteils der Schwelle, bei Beanspruchung durch negative Momente; bei beiden Versuchen wurden die angreifenden Kräfte ganz allmählich bis zum Bruch gesteigert.

Die erste Biegeprobe ergab für die italienischen Schwellen je nach der Bauart und Bewehrung der erprobten Abart ein Bruchmoment von 90000 bis 97000 kgcm. Während der Steigerung der angreifenden Kräfte stellten sich denen der Textabb. 2 ganz ähnliche, bleibende Formänderungen ein, die sich allmählich vergrößerten; bei 85 % des Bruchmomentes (das ist bei 72000 bis höchstens 82000 kgcm) zeigten sich bereits Biegungspfeile, die bedeutend größer waren, als die größten

Biegungspfeile, die an den ins Gleis verlegten Schwellen während der ganzen Beobachtungsdauer je festgestellt werden konnten.

Aus dem Vergleich der Formänderungen können wir folgern, daß das ungünstigste positive Moment, das die Verkehrslast bei den Schwellen der Versuchsstrecke verursacht hat, in seinen Wirkungen das Moment von 82000 kgcm wohl nahezu erreicht, aber nicht überschritten hat; daß also dieses Moment, bei einmaligem statischen Angriff, dem Momente mindestens gleichwertig ist, das die oft wiederholten dynamischen Beanspruchungen der Verkehrslast bei ungünstigster Auflagerung und Kraftübertragung (selbst bei Stoßschwellen) je ausgeübt haben. Das positive Größtmoment von 82000 kgcm beträgt das 2,05fache des oben für Auflagerzustand I ausgewiesenen, rechnungsmäßigen Momentes von 40000 kgcm; dieses müßte demnach mit einem, alle vergrößern Einflüsse enthaltenden Zifferwert vervielfacht in die Festigkeitsberechnung eingeführt werden.

Bei der zweiten Biegeprobe ergab sich für den Mittelteil der italienischen Schwellen ein Bruchmoment von 65000 bis 88000 kgcm; die bleibenden Formänderungen entsprachen denen der Textabb. 4. Bei etwa 80 % des Bruchmomentes (das ist bei —52000 bis —70000 kgcm) konnten bereits Biegungspfeile beobachtet werden, die die von der Verkehrslast verursachten Biegungspfeile um ein Beträchtliches übertrafen: das Moment von —70000 kgcm entspricht demnach in seinen Wirkungen dem ungünstigsten negativen Moment der rollenden Last. Aus dem rechnungsmäßigen negativen Moment von —33000 kgcm ergibt sich für Zustand II die Vergrößerungsziffer zu 2,12; für die beiden in Betracht gezogenen Auflagerzustände kann demnach ein mittlerer Zifferwert von 2,1 der Berechnung der äußeren Momente und Kräfte zugrunde gelegt werden.

Da diese Vergrößerungsziffer aus den Formänderungen der ins Gleis verlegten Schwellen ermittelt wurde, hat er nur für Bettungsverhältnisse Gültigkeit, die denen der Versuchsstrecke gleichen; bei einer härteren, durch eine höhere Bettungsziffer gekennzeichneten, etwa aus grobkörnigem Bruchschotter bestehenden Bettung, ist eine etwas größere Stoßziffer zu erwarten, einerseits weil die gleichen dynamischen Kräfte (bei einer kleineren Einsenkung der Schwelle) einen größeren Stoßdruck ausüben; andererseits weil sich bei ungleichmäßiger Unterstopfung, oder wenn größere Schottersteine vorhanden sind, in der Bettung widerstehende Stellen (Pfeiler) bilden, die die Schwelle in einer Bettung mit großer innerer Reibung nicht wegdücken kann, auf denen sie also aufliegt; befinden sich solche Auflagerpunkte an ungünstigen Stellen, so können dadurch recht große Momente und Scherkräfte entstehen.

Werden bei der Bemessung der Schwellen die äußeren Kräfte derart vergrößert in die Rechnung eingeführt, so können demgegenüber die zulässigen Eisenzugspannungen — unseres Erachtens — bis zur Proportionalitätsgrenze erhöht werden, die bei kleinen Eisendurchmessern etwa 1900 bis 2000 kg/cm<sup>2</sup> beträgt. Eine derartige Bemessung sichert den Schwellen wohl noch nicht die Reißfreiheit; doch sind die etwa vorkommenden Risse belanglos, weil sie — wie dies unsere späteren Beobachtungen bestätigen — federnd schließen und sich auch im Laufe vieler Jahre nicht vergrößern.

Bei den Festigkeitsversuchen, die wir mit den Schwellen unserer Bauart 1916 vornahmen, ergab sich bei der 90 Tage alten Schwelle die Biegefestigkeit in Schwellenmitte um 120 %, unter dem Schienenaufleger um 80 % größer, der Widerstand gegen Scheren um 40 % größer als bei den bestbewährten Abarten der italienischen Bauarten 1905 und 1906, und zwar im Alter von 5½ Jahren.

Außer dieser stärkeren mit Längseisen von 10 mm Durchmesser bewehrten Abart haben wir für 14,5 t Achsdruck eine schwächere Abart mit denselben Abmessungen, aber Eisen-

einlagen von 8 mm Durchmesser, entworfen, deren Biegezugfestigkeit sich im gefährlichen Querschnitt der Schwelle, unter dem Schienenaufleger, immer noch um etwa 26 % höher ergab, als die der besten italienischen Schwellen.

Unsere Lieferungsvorschriften schreiben beim Zement eine Mindestdruckfestigkeit von  $450 \text{ kg/cm}^2$  und eine Mindestzugfestigkeit von  $32 \text{ kg/cm}^2$  nach 28 Tagen vor, ferner eine Betonmischung, die mindestens 400 kg Zement auf  $1 \text{ m}^3$  gebrauchfertigen Beton enthält. Die Mindestdruckfestigkeit des Betons von derselben Beschaffenheit, wie er zur Verwendung kommt, muß nach 28 Tagen bei erdfeuchtem Beton  $240 \text{ kg/cm}^2$ , bei weichem Beton  $220 \text{ kg/cm}^2$  betragen; in beiden Fällen ist beim Verlegen der Schwellen im Alter von 90 Tagen eine Würfelzugfestigkeit von mindestens  $275 \text{ kg/cm}^2$  zu erwarten, die wir als genügend erachten.

Als Zuschlagstoffe werden nur Flußsand und Flußkies von höchstens 15 mm Korngröße verwendet, nachdem sich Quetschsande und Bruchschotter sowohl bei den Würfelproben, als bei den Festigkeitsversuchen mit der gebrauchfertigen Schwelle als viel weniger geeignet erwiesen haben. Das Raumverhältnis der Korngrößen von weniger als 3 mm und von mehr als 3 mm, muß durch Absieben des natürlichen Sandkiesgemenges festgestellt werden; es darf nicht weniger als 0,4:1 und nicht mehr als 0,6:1 betragen.

Die Ausschaltungsfristen sind, der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit entsprechend, genau geregelt. Die Schwellen müssen nach der vorsichtigen Entfernung der Formen sechs Tage lang mit ständig feucht gehaltenem Sand bedeckt, unberührt lagern; diese Frist kann auf vier Tage verkürzt werden, wenn der Beton nach vier Tagen bereits eine Würfelzugfestigkeit von  $160 \text{ kg/cm}^2$  erreicht hat. Hierauf können die Schwellen vorsichtig aufgestapelt werden, müssen aber noch weitere 22 Tage lang gegen Wind und Sonnenstrahlen geschützt und durch häufiges Begießen gegen das Austrocknen gesichert werden. Erst 90 Tage nach ihrer Herstellung dürfen die Schwellen ins Gleis verlegt werden.

Die derart festgesetzten Ausschaltungs- und Lagerfristen können bei Verwendung frühhochfester Zemente erheblich abgekürzt werden; Versuche, die wir nach dieser Richtung mit dem Tataer Bauxit-Zement in jüngster Zeit vorgenommen haben (über die an anderer Stelle, S. 376 dieses Heftes, berichtet wird) lassen erwarten, daß bei Verwendung dieses Zementes die Hälfte oder ein Drittel der Fristen genügen wird, die bei Schwellen aus hochwertigem Portlandzementen derzeit vorgeschrieben sind.

Im Herbst 1916 verlegten wir 30 Stück Schwellen unserer Bauart 1916 im Alter von vier Monaten in die Versuchsstrecke. Die Schienenunterlegplatten wurden durch Abhobeln nach oben gekrümmt gestaltet, wodurch eine vollkommen zentrische Kraftübertragung auf die Schwelle und eine gleichmäßige Belastung der Bettung erreicht wird; ferner wurde zwischen Unterlegplatte und Schwellenoberfläche eine schwache Zwischenlage aus getränktem und gepreßtem Holz eingefügt. Der Zustand der Schwellen war nach 10jähriger Beobachtungsdauer tadellos; abgesehen von bedeutungslosen, schwächeren Zugrissen, die sich bei fast allen Schwellen unterhalb des Schienenauflegers vorfinden und die, von der Unterfläche der Schwellen ausgehend, etwa 3 bis 6 cm hoch hinaufreichen, sind die Schwellen ganz unversehrt; insbesondere blieb die Oberfläche — wie dies zur Vermeidung etwaiger Einwirkungen des Frostes angestrebt wurde — vollkommen rissfrei.

Um den Verlauf der Risse beobachten zu können, wurden die Seitenflächen der Schwellen durch Ausräumen der Bettung jährlich ein- bis zweimal freigelegt; anlässlich dieser Besichtigungen konnte festgestellt werden, daß sich die Risse seit ihrem ersten Auftreten weder erweitert noch verlängert hatten. Als die Schwellen, nachdem sie acht Jahre im Gleis gelegen hatten, zur genauen Untersuchung der Risse aus dem Gleis genommen wurden, schlossen die Risse, infolge der Federkraft der Eiseneinlagen, vollständig und waren mit unbewaffnetem Auge kaum mehr sichtbar.

Übrigens lassen unsere neueren Versuche mit Schwellen aus Bauxit-Zement erwarten, daß bei Verwendung von Zementen mit hohen Zugfestigkeiten sich selbst diese belanglosen Risse nicht mehr zeigen werden; denn anlässlich der Festigkeitsproben mit gebrauchsfertigen Schwellen aus Bauxit-Zement konnten wir sowohl bei den Biege- als den Scherversuchen feststellen, daß das Erscheinen der ersten Risse bei höherer Laststufe erfolgte, als bei den Schwellen aus Portland-Zement.

Das zufriedenstellende Verhalten der Probeschwellen veranlaßte die k. ung. Staatsbahnen zur Anschaffung von etwa 100000 Schwellen unserer Bauart 1916, die von 1921 bis 1925 im Eigenbetrieb hergestellt und hierauf ins Gleis verlegt wurden. Von dieser beträchtlichen Anzahl sind im Verlauf von  $6\frac{1}{2}$  Jahren bis Ende 1927, nur 27 Stück unbrauchbar geworden; es sind dies ausschließlich Stoßschwellen unter Schienen, deren Enden starken Verschleiß zeigten und daher außergewöhnlich große dynamische Wirkungen in den Stoßschwellen verursachten.

## Die Eisenbahnanlagen des Budapester Handels- und Industriefhafens.

Von Eugen Dörre, Dipl.-Ing., Inspektor.

Nach Beendigung des Krieges hatten sich die Verhältnisse, wie auf anderen Gebieten, so auch im Eisenbahn- und Wasserverkehr bedeutend geändert.

In der Vorkriegszeit hatte der 3,1 Millionen Tonnen (Jahresmaximum 1911) betragende Wasserverkehr der Haupt- und Residenzstadt Budapest unter den Donauhäfen den ersten Platz eingenommen; im Jahre 1919 erlosch er fast gänzlich.

In Zusammenhang mit dem langsamen Aufschwung des Wirtschaftslebens entfaltete sich auch dieser Verkehr allmählich wieder günstiger und erreichte im Jahre 1927 mehr als zwei Millionen Tonnen.

Es sei bemerkt, daß nicht nur die Menge, sondern auch die Gattung der beförderten Waren sich vollkommen geändert hat.

Während nämlich im Budapester Wasserverkehr im Jahre 1911 der Getreide- und Mahlproduktenverkehr 1,3

Millionen Tonnen betragen hatte, erreichte er im Jahre 1927 nur 270000 Tonnen.

Hingegen stieg die Menge des Mineralöles von 7000 auf 34000, die der Holzwaren von 30000 auf 67000, die der Kohle und anderer Heizstoffe von 6000 auf 350000 und des früher nur auf Achse beförderten Salzes auf 50000 Tonnen.

Der Wasserverkehr Budapests entwickelte sich also nach dem Kriege mannigfaltiger.

Es entfaltete sich außerdem auch ein reger Umschlagverkehr.

Während der Umschlag in der Vorkriegszeit im Jahresdurchschnitt nur 150000 Tonnen betragen hatte, macht er heute bereits das dreifache aus.

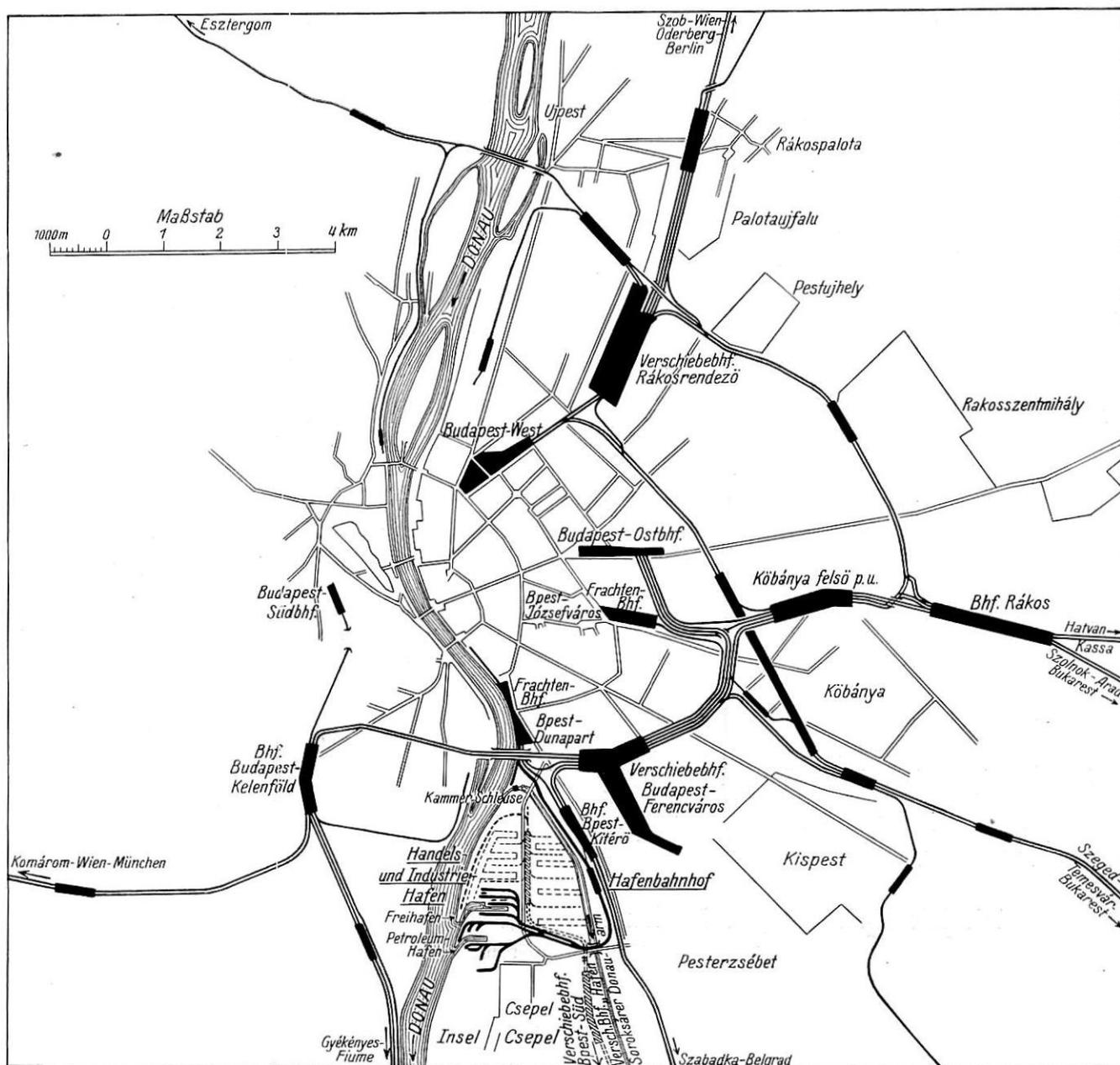
Budapest war für den Umschlagverkehr nicht in genügendem Maße eingerichtet, da von den 11 km langen Lade- und Entladebahnen nur annähernd 2 km mit Eisenbahngleisen versehen waren.

Die nach dem Kriege eingetretenen politischen Veränderungen hatten Rumpf-Ungarn nur die Donau als einzigen Freiverkehrsweg gelassen. Schließlich mußte auch erstrebt werden, den Wettbewerb der umzingelnden Nachbarstaaten zu bekämpfen.

Alle diese Umstände bewogen die zuständigen leitenden Stellen des Landes dazu, die schon vor dem Kriege begonnenen Vorarbeiten des Budapester Handels- und Industriefhafens mit

Die allgemeine Anordnung und die Lage des Budapester Handels- und Industriefhafens, sowie dessen Anschluß an die Gleise der k. ung. Staatsbahnen ist aus der bestehenden Abbildung ersichtlich. Der punktierte Teil bezieht sich auf die späteren Erweiterungen.

Der Handels- und Industriefhafen wird nach vollkommenem Ausbau aus zwei Reihen von Hafenbecken bestehen. Die eine mündet in den freien Hauptarm der Donau, die andere wird



Lageplan der Bahnhöfe, Bahnlinien und des Handels- und Industriefhafens zu Budapest.

großer Kraft fortzusetzen und den Hafen planmäßig in einer den Bedürfnissen entsprechenden Reihenfolge auszubauen.

Einen gewaltigen Anstoß gab den Bauarbeiten der Umstand, daß die ungarische Regierung im Jahre 1922 zur Leitung der Geschäfte und zur Ausführung der Arbeiten ein selbständiges Regierungskommissariat errichtete.

Das Regierungskommissariat erwarb zunächst die nördliche Spitze der südlich von Budapest gelegenen Csepeler Insel in einer Flächenausdehnung von 700 ha, entwarf den Plan des Hafens und arbeitete im Verein mit den k. ung. Staatsbahnen das Projekt der Eisenbahnanlagen des gesamten Hafens aus.

durch den abgesperrten Soroksárer Donauarm gespeist, der durch eine Schiffschleuse vom Freistrome zu erreichen ist.

Der Soroksárer Donauarm hat einen beständig gleich hohen Wasserstand.

Der Wasserspiegel der in die Donau mündenden Hafenbecken ist natürlich veränderlich und es mußte in Anbetracht dieses Umstandes die Uferhöhe nach dem größten Hochwasser bemessen werden.

Auf dem linken Ufer des Soroksárer Donauarmes wird der Ferencvároser Lokalfhafen gebaut.

Auf der Inselspitze im inneren Hafengebiet zwischen den beiden Beckenreihen wird in nordsüdlicher Richtung der

innere Hafenbahnhof Platz finden. Dieser Bahnhof wird die inneren Wagenbewegungen ermöglichen, er nimmt die schon geordneten Wagenreihen auf und wird zur Aufstellung der den Hafen verlassenden Eisenbahnwagen benützt.

Die Molen zwischen den Hafenbecken werden den Bedürfnissen entsprechend mit Schleppgleisen und mit Zufahrtsgleisen versehen, die zu den einzelnen Bedienungsplätzen führen.

Der am linken Ufer des Soroksärer Donauarmes zu bauende Ferencvároser Lokalhafen wird dem Bauplan gemäß von dem im Zuge der Budapest—Szabadka—Belgrader Hauptlinie zu erstellenden Hafenbahnhof aus bedient.

Der Hafenbahnhof wird teilweise auch als Verschiebebahnhof für die umliegenden Hafenteile dienen, also für die am linken Donauarm in nord-südlicher Richtung sich erstreckenden Lagerhäuser und der dorthin geplanten Großmarkthalle.

Die auf der Inself Spitze gelegenen Hafenteile und den vorerwähnten Ferencvároser Lokalhafen wird eine über den Donauarm zu erbauende Eisenbahnbrücke miteinander verbinden.

Alle diese großzügigen Einrichtungen sind zur Zeit noch nicht erforderlich; daher wurden nur die zur Zeit nötigsten Anlagen ausgeführt.

So wurde das in die Donau mündende zollfreie Hafenbecken, das Petroleumbecken sowie ein Teil des am linken Ufer des Soroksärer Donauarmes gelegenen Ferencvároser Lokalhafens gebaut.

Die bahnseitige Bedienung dieser Hafenbecken und Hafenteile geschieht von dem Verschiebebahnhof Ferencváros aus.

Zur Ermöglichung der bahnseitigen Bedienung wurde von der Station Budapest-kitéró zum Hafenbahnhof ein Verbindungsgleis gebaut. Der Hafenbahnhof besitzt derzeit nur vier Gleise.

Von diesem Hafenbahnhof führt ein Verbindungsgleis zu den auf der Inself Spitze gelegenen Hafenteilen, das den Donauarm auf einer neuen Brücke überschreitet.

Dieses Gleis verzweigt sich auf der Insel und führt zu den Fabrikstätten der an den Petroleumbecken angesiedelten Unternehmungen, zu den Lagerhäusern des zollfreien Beckens und zu dem hier erbauten 52,5 m hohen, 35000 Tonnen fassenden, ganz neuzeitlich eingerichteten Getreidespeicher.

Den Hafenbahnhof verbindet ein längs des Soroksärer Donauarmes sich hinziehendes Gleis mit dem Güterbahnhof Budapest-Dunapart.

Die Hauptschleppgleise haben einen Mindesthalbmesser von 250 m. Der Mindesthalbmesser der Gleise für die Zwecke der inneren Bedienung und der Privatanschlußgleise beträgt 100 m.

## Die Eisenbetonschwellen der kön. ungar. Staatsbahnen.

Von Ludwig Ruzitska, Dipl.-Ing., Inspektor.

Die ungarischen Staatsbahnen befaßten sich zuerst im Jahre 1908 mit der Frage der Eisenbetonschwellen.

Mehrjährige Studien und Versuche führten zu einer Eisenbetonschwellenform, die aus Abb. 1 ersichtlich ist und deren statische Berechnung in der Abhandlung des Oberinspektors Mendl ausführlich dargestellt wird (siehe S. 386 dieses Heftes).

Die Schwellen werden in Eisenformen im Schüttelverfahren erzeugt.

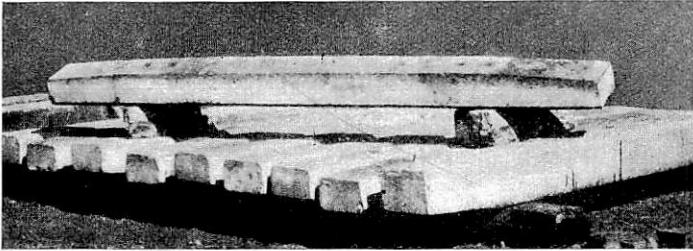


Abb. 1.

Der Weltkrieg gebot einen ungewollten Stillstand in der Herstellung dieser Schwellen, aber der große Holz-mangel des heutigen Ungarn drängte zur raschen Wiederaufnahme ihrer Anwendung.

Bezeichnend für die Armut des Landes an Holz mag die Angabe sein, daß das frühere „Groß-Ungarn“ 7275000 Hektar Wald verzeichnen konnte; das heutige Ungarn besitzt dagegen bloß 1056000 Hektar Wald, somit kaum 15% des früheren Bestandes. Zudem fielen gerade die rodungsreifen Waldungen auf das abgetrennte Gebiet, so daß heute das Land gezwungen ist, im Gegensatze zur Vorkriegszeit, Holz einzuführen.

Bis zum Jahre 1925 sind insgesamt 94000 Betonschwellen verlegt worden, und zwar in die verschiedensten Strecken, um ihr Verhalten in großem Umfang und bei verschiedenster Inanspruchnahme beobachten zu können.

Es wurden sogar Eisenbeton-Einzelschwellen zwischen Holzschnellen verlegt. Dieser Versuch mißlang allerdings, wie leicht vorauszusehen war.

Nach dem Einbau der ersten 94000 Betonschwellen ist in der Erzeugung eine anderthalbjährige Pause eingetreten, aber seit 1927 ist die Erzeugung der Schwellen in eigenem Betriebe in vollem Gange.

Gegenwärtig werden täglich an 130 bis 150 Stück hergestellt.

Die Schwellen werden in Budapest am Donauufer hergestellt, woselbst der Flußkies zu billigsten Preisen zu gewinnen ist.

Die bisherigen Erfahrungen fassen wir wie folgt zusammen:

Als günstiger Bettungsstoff hat sich feinkörniger Stein-schlag (2 bis 4 cm) erwiesen. Falls der Schotter zu grobkörnig ist, kann er mit Schlacke vermischt werden. Wir haben Streckenteile, wo Betonschwellen versuchsweise in Schlacke verlegt wurden und die Erfahrungen sind nicht ungünstig; allerdings muß die Schlacke ausgebrannt sein.

Die Betonschwellen liegen auch sehr gut, selbst in schärferen Bögen. So liegt z. B. seit 1922 eine Versuchsstrecke in einem Bogen, dessen Halbmesser 275 m beträgt. Es zeigte sich, daß das Gewicht der Betonschwellen dem Gleis eine größere Standsicherheit verleiht.

Ausgedehnten Gebrauch von Betonschwellen machten wir bei den Entschlackungsstellen ohne Feuerreinigungsgruben, wo früher die Holzschnellen häufig verbrannten.

Eine Möglichkeit, verletzte Eisenbetonschwellen wieder gebrauchsfähig zu machen, besteht darin, daß der ausgebröckelte Beton vollständig entfernt und wenn nötig mit Sandgebläse gereinigt wird. Dann wird der fehlende Betonteil nach dem Zement-Gun-Verfahren in einer Form ergänzt. Das neue Stück verbindet sich dabei genügend fest mit dem alten Schwellenteile.

Von den bisher verlegten Schwellen wurde nur eine unbedeutende Anzahl ausgebaut.

Bei allen bisherigen Schwellen dienen zur Aufnahme der Schienenschrauben Holzklötzchen in Form von abgestumpften Pyramiden (50×60 auf 70×80 mm bei 150 mm Höhe), die gewöhnlich aus Eichenholz hergestellt und getränkt sind.

Das Auswechseln dieser Klötze auf freier Strecke läßt sich durch geübte Arbeiter binnen 3 bis 4 Minuten vollführen.

Die Erfahrungen mit den Holzklötzchen sind zufriedenstellend.

Als elastische Zwischenlagen zwischen Unterlegplatte und Beton bewährten sich noch am besten gepreßte Pappelholzplättchen, die vor Gebrauch noch geteert werden.

Abb. 2 stellt die Zusammensetzung der Eisenbetonschwellen nach Gewichtsprozenten dar. Die Herstellungskosten bewegen sich zwischen 7,7 und 8,8 Mark, je nach den 8 oder 10 mm starken Eiseneinlagen. Der Geldwert der benötigten Baustoffe und ihr Verhältnis ist ebenfalls aus Abb. 2 ersichtlich.

Da die Eisenbetonschwellen sich sowohl wirtschaftlich, wie auch technisch den Verhältnissen angemessen gut bewährt haben, halten wir bei uns eine noch ausgiebigere Anwendung erstrebenswert. Auch halten wir unsere jetzige Form selbstredend nicht für das erreichbare Beste, sondern arbeiten an ihrer weiteren Entwicklung.

Neuerdings werden Versuche mit Eisenbetonschwellen veränderlichen Querschnittes durchgeführt. Wir erwarten von ihnen ein besseres Kräftespiel und bessere Werkstoffausnutzung, da diese Schwellen schon durch ihre Form weniger

den Gefahren des Auftretens ausgesetzt sind und auch mit Bezug auf die Betonzugspannungen eine entsprechendere

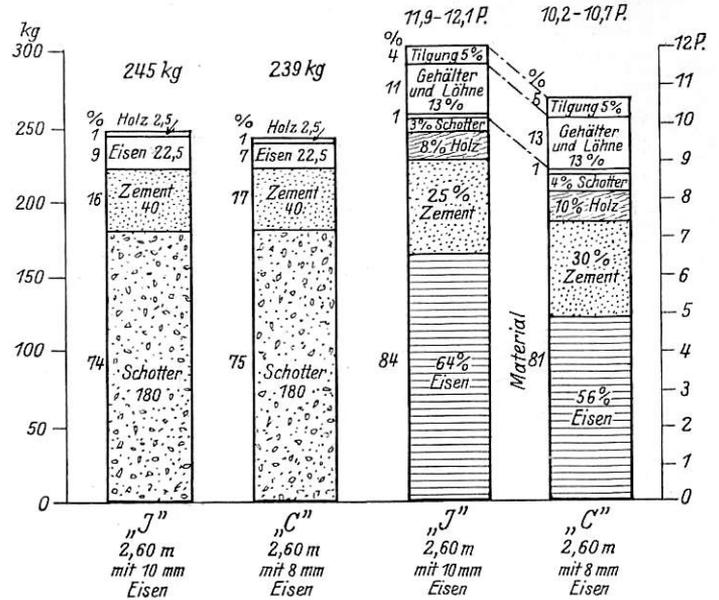


Abb. 2. Eisenbetonschwellen der k. ung. Staatseisenbahnen.

Stoffverteilung aufweisen. Diese Versuche befinden sich noch im Anfangsstadium.

### Schienenschweißungen bei den ungar. Vollbahnen.

Von Ludwig Ruzitska, Dipl.-Ing., Inspektor.

Das Bestreben, die Anzahl der Schienenstöße zu vermindern und die altbrauchbaren kürzeren Schienen noch nützlich zu verwenden, führte in Ungarn schon früh zu Versuchen mit Schienenschweißungen.

Geschichtliches, aber auch gewiß technisches Interesse bieten die ersten Schweißungen in Ungarn, die bald nach der Erfindung der Thermitschweißung ausgeführt wurden, und noch heute tadellos im Gleise liegen. Auf der Linie Szeged—Nagyvárad, auf einer Theißbrücke bei Algyö befinden sich diese vier Schweißungen seit 1902 und stehen somit 27 Jahre unter lebhaftem Verkehr. Unseres Wissens ist das die älteste, auf freier Strecke liegende Schweißung. Es seien hier kurz jene Umstände erwähnt, die diese in der Erinnerung festzuhaltende Schweißung veranlaßten.

Die Theißbrücke bei Algyö ist 450 m lang und hat acht Öffnungen. Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, ist ein Träger von 20 m Stützweite als Hubbrücke ausgestaltet. Die Schienen, die auf dieser Öffnung liegen, sind an ihren Enden mit Auflaschen versehen, welche mit diesen bloß verschraubt sind. An die Schienen des unbeweglichen Teiles schmiegen sich die Laschen nur in den Ausschnitten derselben an. Diese Schwächung (Abb. 2) forderte an sich eine schwerere Schienenform und es wurde so in der aufhebbaren Öffnung und daran eine Schienenlänge anschliessend, die 42,8 kg schwere Schiene verlegt, während die übrigen Schienen 34,5 kg/m schwer sind. Die vier Schweißungen sind somit Schienenübergangsschweißungen. Näheres über diese Schweißungen läßt sich nicht mehr feststellen, da unsere ehemalige Betriebsleitung zu Arad auf abgetretenem Gebiet liegt.

Da Prof. Dr. H. Goldschmidt in Elberfeld das Thermitverfahren im Jahre 1899 zuerst bekanntgab, so stellt die Schweißung auf der Brücke zu Algyö vom Jahre 1902 eine der ersten Schienenschweißungen dar und ist wahrscheinlich durch die Essener Fabrik selbst durchgeführt worden.

Ferner sollen als ältere Schweißungen erwähnt sein die im Jahre 1904 in den Einfahrtsgleisen der Station Budapest

Ostbahnhof auf 48, 60 und 96 m Länge; die geschweißten Schienen liegen heute noch im Gleise. Die Wärmedehnung wurde durch Ausziehvorrchtungen gesichert.

Nach längerer Pause wurde bei den ungar. Staatsbahnen erst im Jahre 1923 wieder geschweißt, als die Elektrothermitgesellschaft probeweise einige Übergangsstellen schweißte. Erst im Jahre 1926 hub eine größere Tätigkeit auf diesem Felde an. Es wurden Übergangsstellen geschweißt, um die guten,

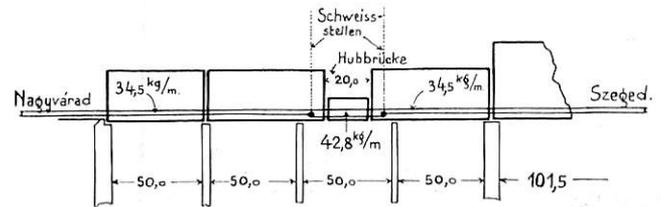


Abb. 1. Brücke bei Algyö.

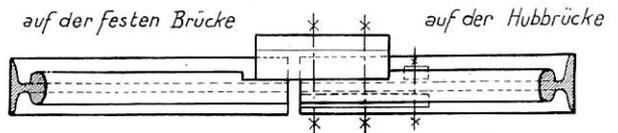


Abb. 2. Der Anschluß des Oberbaues bei der Hubbrücke.

aber kostspieligeren Übergangsstühle zu ersparen, ferner wurden zahlreiche wegen abgenutzter Enden ausgebaute Schienen gekürzt, verschweißt und in Feldlängen von 22 m bis ausnahmsweise von 33 m Länge in die freie Strecke eingebaut. Die längste mit geschweißten Schienen verlegte Strecke ist die Nyiregyháza-Záhonyer, in der die Gesamtlänge der geschweißten Gleise rund 35 km beträgt.

In kleinerer Anzahl sind versuchsweise auch neue Schienen geschweißt worden. Was die Schweißung von Langschienen anlangt, so müssen zuvor die theoretischen Arbeiten von van Brockman, Nemčsek und Wattmann erst aus-

gewertet werden, so daß die verschiedenen Widerstände gegen Gleis- und Schienenverschiebungen für die einzelnen Oberbauarten zuverlässig bestimmt werden können.

Die Ausführung der Schweißungen geschieht in Ungarn ausschließlich nach dem kombinierten Verfahren der Elektro-Thermitgesellschaft. Die Anwendung zweier Schweißblecheinlagen wird möglichst vermieden. Gebrauchte Schienen werden an beiden Enden um je 50 cm gekürzt.

Außer den ung. Staatsbahnen schweißten auch einige Privatbahnen auf freier Strecke, so die Szeged-Csanáder und

die Donau-Save-Adria-Bahn. Die ersterwähnte verschweißte altbrauchbare kurze Schienen schwachen Profils bis zu 45 und 60 m Länge über mehrere Kilometer hindurch mit gewöhnlichen Laschen, bei der üblichen, ungetrennten Schienenbefestigung auf Holzschwellen, einseitig mit Kies bedeckt. Bisher wurden keine Nachteile wahrgenommen.

Auf dem Gebiet des Schweißens ist auch unserer Meinung nach nur ein behutsames Vorwärtsschreiten angebracht, da jeder Rückschlag die Vorteile in Frage stellt, welche man mit Fug und Recht vom Schweißen erwartet.

### Sicherungsarbeiten an der Balaton-(Plattensee-)Bahn.

Von Oberingenieur **Josef Laky** auf Grund der Aufzeichnungen des Oberinspektors **A. Hoffmann** †.

Hierzu Tafel 27.

An der Nordostküste des Balatons, an der Linie Budapest—Börgönd—Tapolca der k. ung. Staatseisenbahnen zwischen den Stationen Balatonkenese und Balatonalmádi trat im Mai 1914 ein umfangreicher Bergsturz auf, der nicht nur die Verlegung des verschütteten Streckenteiles nach sich zog, sondern auch nach dem Ergebnis einer weitgehenden geologischen Durchforschung des Geländes Sicherungsarbeiten an dem Bahnkörper erforderte, die sich auf 4 km Länge erstreckten.



Abb. 1. Erdrutschung am Plattensee.

umgeworfen, den Reisenden und dem Zugpersonal gelang es aber doch, sich rechtzeitig zu bergen.

Die Masse der Rutschung kann man aus Textabb. 2 ersehen (die Aufnahme ist während der Wiederherstellungsarbeiten gemacht).

Beim Beginn der Wiederherstellungsarbeiten ist man davon abgekommen, die ursprüngliche Linienführung beizubehalten, da dies in kurzer Zeit nicht zu leisten gewesen wäre; der Bahnkörper wurde an dieser Stelle auf einen in

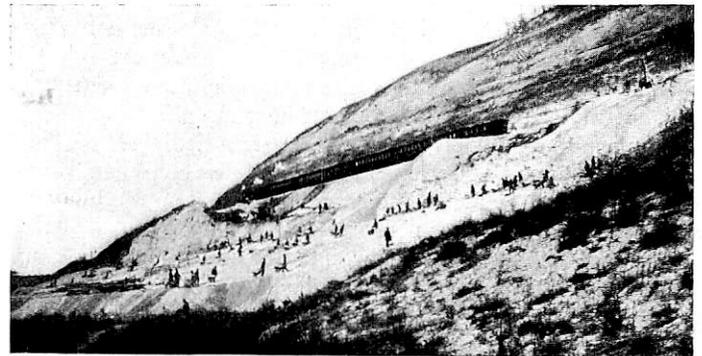


Abb. 2.



Abb. 3. Bau des Steindammes in den Plattensee.

Bezüglich der Masse der Rutschungen sei angeführt, daß in 250 m Länge etwa 500 000 m<sup>3</sup> Erde in Bewegung kamen, daß diese Mengen den Eisenbahndamm teils verschütteten, teils unter der Wucht der nachstürzenden Massen zerstörten, indem der Damm gegen den See gedrängt wurde, so daß der Oberbau wie dünner Draht verbogen wurde (Textabb. 1). Einige Sekunden vor dem Bergsturz näherte sich dieser Stelle ein Personenzug, dessen Führer die Anzeichen der beginnenden Rutschung richtig erfaßte und den Zug noch im letzten Augenblick anhielt. Zum Zurückweichen war aber schon keine Zeit mehr: die Lokomotive, der Tender und ein Personenwagen wurden von den Erdmassen gepackt und

dem See gebauten Steindamm von 20 000 m<sup>3</sup> Inhalt verlegt, der in 25 Tagen errichtet wurde (siehe Textabb. 3).

Als Ursache der Rutschung wurde — wie aus Abb. 1, Taf. 27 erhellt — der Umstand erkannt, daß an dieser Stelle die Gleichgewichtsverhältnisse der sich bis zu 70 m über dem Balaton erhebenden Uferpartien schon vor Errichtung der Eisenbahnlinie gestört waren. Der Abhang ruhte nämlich an einer Lehmschicht, deren Oberfläche durch eingesickerte Wässer durchweicht war und in weiterer Folge nicht mehr standhalten konnte.

Der neuerrichtete Steindamm verlangte keine besonderen Schutzmaßnahmen, man begnügte sich nur mit dem Abgleichen

der in Dammnähe gerutschten Erdmassen. Die beiderseitigen Flügel des Bergsturzes wurden aber mit kräftigen Sicherungen versehen; ferner wurde dafür Sorge getragen, daß die entstandenen Trichter aufgefüllt wurden.

Nun wurde die ganze nordöstliche Uferstrecke des Balatons einer eingehenden technischen und geologischen Prüfung unterworfen, die erkennen ließ, daß es außer der Unfallstelle noch mehrere Punkte gibt, wo Störungen zu befürchten sind (s. Tafelabb. 2). Es konnte durch Bohrungen festgestellt werden, daß sich das Grundwasser an mehreren Stellen ansammelt, ohne einen richtigen Abfluß zu finden, wobei noch die Ufergestaltung mit ihren steilen Abhängen warnend auf labile Gleichgewichtszustände wies. Zur Abhilfe wurden zwei Maßnahmen getroffen:

1. Man baute leicht kontrollierbare Entwässerungsanlagen. Der Querschnitt einer nahe der Unfallstelle errichteten Anlage ist aus der Tafelabb. 2 ersichtlich. Aus Tafelabb. 3 erkennt man auch die Lage der wasserführenden Schicht und den beobachteten Wasserstand. Die Anlage ist so bemessen, daß man

die Betonrohre begehen kann; hierzu sind Steiglöcher und Luftschächte vorgesehen und wo nötig auch Abzweigungen.

2. Man war sorgfältig darauf bedacht, die mäßig ansteigenden Böschungen der Ufer mit Rasen oder Akazien zu bepflanzen, ferner steilere Böschungen dergestalt abzutragen und abzuflachen, daß die Saumlinie des Querschnitts parabolisch verlaufe. Diese Gestaltung der Böschung ermöglichte einen vollkommenen Massenausgleich zwischen Schüttungs- und Abtragungsmengen innerhalb des Querschnitts. Diese Art der Sicherung wurde überall angewendet, wo Störungen erwartet werden konnten; tatsächlich stellte sich in der Folge heraus, daß durch diese Vorkehrungen die Rutschungsgefahr vollkommen behoben ward.

Dies ist der schönste Beweis, daß die Maßnahmen, die der Bauleiter, Ingenieur Oberinspektor A. Hoffmann traf, richtig erfaßt und durchgeführt waren. Eine darüber in der Nachlassenschaft Hoffmanns vorgefundene, noch nicht abgeschlossene Studie wurde vom Ungarischen Ingenieur- und Architektenverein preisgekrönt.

## Beiträge über Schienenwanderung und Wärmedehnung der Schienen.

Von Eugen Jurenák, Oberingenieur.

In Ergänzung der in den Heften 10/1928 und 9/1929 veröffentlichten Aufsätze des Verfassers kann noch folgendes berichtet werden:

Da auf den Linien der k. ung. Staatseisenbahnen die Schienen z. Z. nur durch unmittelbares Annageln oder Anschrauben befestigt sind, können die Schienen verschoben werden, ohne daß sich die Schwellen rühren.

Ausnahmen bilden in dieser Hinsicht lediglich die Stoßschwellen, deren Unterlegplatten von den Laschen umfaßt werden, so daß sich die Schienen nur mit den Stoßschwellen zusammen bewegen können.

Schon hieraus geht hervor, daß auf den Linien der k. ung. Staatseisenbahnen gegen die Schienenwanderung — bekanntlich eine der schädlichsten Erscheinungen am Eisenbahnoberbau — ein rastloser Kampf geführt werden muß, der vor der allgemeinen Einführung der versuchsweise bereits angewendeten Spannplatten voraussichtlich auch nicht enden wird.

Aus dem Umstande, daß die Stoßschwellen verschoben und verdreht werden, geht hervor, daß zur Hintanhaltung der Schienenwanderung der Widerstand zweier Schwellen auf ein Schienenfeld ungenügend ist. Es müssen also auch noch Mittelschwellen dazu herangezogen werden.

Vorwiegend sind Wanderstützen der Bauart Rambacher eingebaut. Bei Anwendung der Urform wirkt jedoch nachteilig, daß die Stütze nur mit dem kürzeren wagrechten Aste nach vorwärts angebracht werden kann (Abb. 1). Dies hat zur Folge, daß die Stützen — falls das Wandern beider Schienenstränge in gleicher Richtung ist — auf einem Schienenstrang der Gleisachse zugekehrt sind, auf dem anderen Strang nach außen zu liegen kommen: der Urausführung entsprechend rechterseits der Schienen (Abb. 2). Hiernach ist leicht begreiflich, daß bei dieser Anordnung in der Draufsicht die beiderseitigen Stützen auf die Gleisachse bezogen ungleichen Hebelarm haben. Der größere Nachteil besteht jedoch darin, daß in den Fällen, wo sich die Wanderrichtung umkehrt (was auf unseren eingleisigen Strecken als Wirkung tiefgehender Veränderungen der Verkehrsverhältnisse bereits einige Male wahrgenommen wurde), die Wanderstützen ausgebaut und auf der anderen Seite der Schienen und Schwellen von neuem eingezogen werden müssen. Selbstredend wirkt dies auf die Schraubengewinde äußerst schädlich. Aus diesem Grunde wurden auf meinen Vorschlag beide wagrechte Äste der Stützen mit dem kürzeren Ast der Urform gleichlang gemacht (Abb. 3). Die dadurch entstandene

allgemeine Verkürzung des wagrechten Teiles der Stütze gab zu keinerlei Anständen Anlaß. (Die Lösung der Frage durch teilweise Anfertigung „linksseitiger“ Stützen wurde absichtlich übergangen.)

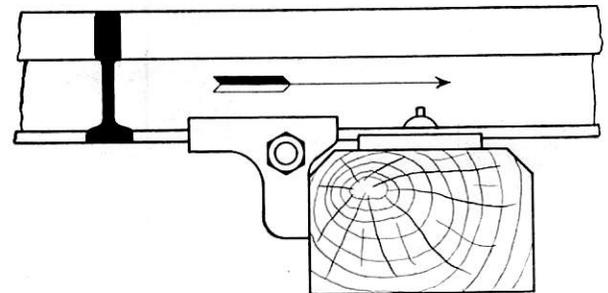


Abb. 1.

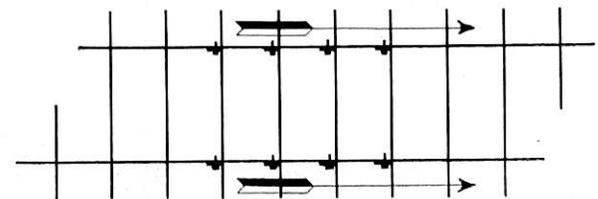


Abb. 2.

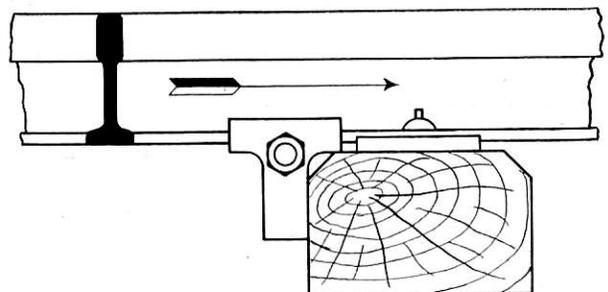


Abb. 3.

Die gleichteilige Form (Abb. 3) hat den Vorzug, daß sie je nach Belieben auf der einen oder anderen Seite der Schienen angebracht werden kann (Abb. 4).

Die Anzahl der Wanderstützen für das Schienenfeld wird nach der Geschwindigkeit der Bewegung (Verschiebung im Verlaufe eines Jahres) bemessen.

Zur Beurteilung der großen Bedeutung, die hierorts der Schienenwanderung beigemessen wird, dient die Wahrnehmung, daß die Gefahr der Gleisverwerfung im Gefolge der Schienenwanderung entsteht, die Gleisverwerfung selbst also das Ergebnis des Zusammenwirkens von Schienenwanderung und Wärmedehnung ist. Ich erachte es als nötig, dies zu betonen, da die beiden Bewegungen dem Wesen nach doch grundverschieden sind: die erste ist eine beständig in derselben Richtung vorschreitende Bewegung, die zweite eine Pendelbewegung, deren Periode gerade in der wärmsten Jahreszeit die 24 Stunden des Tages umfaßt. Die behandelte Rollenverteilung konnte ich im Juli v. J. anlässlich eines Falles von Gleisverwerfung genau feststellen, wobei auch meine Theorie über die „Endlage“ im Schienenwanderungsabschnitte („Gezogener“ und „Gedrückter“ Teil, vergl. Heft 9/1929, Seite 150, 151 usw.) bestätigt wurde. Die Verwerfung geschah ungefähr in der Mitte zwischen zwei wohl erhaltenen, für die Schienen als unverrückbare Punkte („A“ und „B“) anzusehenden, voneinander 1400 m entfernten Straßenübergängen. Die Schienen hatten 12 m Einzellänge und wogen 42,8 kg/m.

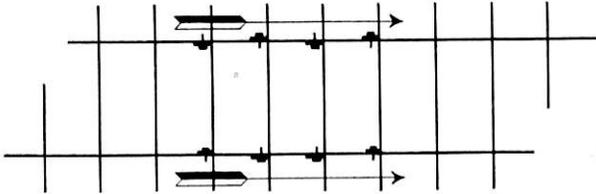


Abb. 4.

Bei „A“ beginnend fand ich — in der Richtung der Schienenwanderung bei dem beständigen Wärmegrad  $+34^{\circ}\text{C}$  nach „B“ fortschreitend — Fugen nur bei den ersten 12 Stößen vor und zwar im Durchschnittsmaße von 6,5 mm, also um 5,0 mm mehr als es hierorts für die Schienenlänge von 12 m bei  $+34^{\circ}\text{C}$  vorgeschrieben ist (gezogener Teil). Nach der 12. Stoßfuge begann ohne Übergang der „gedrückte Teil“: es fanden sich bis „B“ überhaupt keine Stoßfugen mehr vor, die Gegend der Verwerfung ausgenommen, wo zur Aufrechterhaltung des Verkehrs je zwei Schienen zu 12,00 m gegen solche von 11,93 m ausgetauscht worden waren; die dabei entstandenen Breschen waren einsteilen nur näherungsweise in nächster Nähe verteilt worden.

Die Übergangsstelle zwischen dem gezogenen und dem gedrückten Teil wurde also entgegengesetzt der Schienenwanderung verschoben, da der Wärmedehnung in der Wander-

richtung durch den festen Punkt „B“ Einhalt geboten war (vergl. auch Heft 9/1929, Seite 151, Ende von Spalte 1). Die Verwerfung wurde also von der Schienenwanderung durch Schaffung des gedrückten Teiles — möglicherweise bereits im Frühjahr — vorbereitet, worauf nach jähem Ansteigen des Wärmegrades eine Erschütterung des Oberbaues genügte, die Wirkungslinie der in den Schienen entstandenen Spannungen ihrer achsialen Lage zu entrücken.

Wären die Schienen an ihren ursprünglichen Stellen verblieben, so daß sie die Wärmedehnung stets unabhängig voneinander, selbsttätig vollführen hätten können, so wäre das anlässlich der Untersuchung im gezogenen Teil vereinigt vorgefundene Gesamtmaß der Stoßfugen ( $12 \times 6,5 \text{ mm} = 78 \text{ mm}$ ) auf dem ganzen Abschnitte AB verteilt geblieben und es wären

$$\text{Stoßfugen im Durchschnittsmaße von } \frac{78}{12} = \frac{78}{116} = 0,67 \text{ mm}$$

erschienen, welche Anordnung bei weitem noch nicht drohend gewesen wäre.

Einen ebenfalls lehrreichen, in der Geschichte unserer Strecken schier alleinstehenden Fall lieferte der verfllossene ausnehmend kalte Winter: eine Gleisverschiebung als Folge der allzu niedrigen Lufttemperatur! In einer 91 m langen Kurve ( $r = 1000 \text{ m}$ ) einer eingleisigen Strecke schuf die Schienenwanderung einen ausgezogenen Abschnitt. Der Wärmegrad fiel beständig, wodurch die Schienenkette allmählig stärker angespannt wurde. Als die Lufttemperatur bis zu  $-32^{\circ}\text{C}$  sank, verschob sich das Gleis in der Länge von rund 45 m langsam nach innen, ungefähr in der Mitte um ein Höchstmaß von 67 mm. Bei den Wiederherstellungsarbeiten wiesen die Laschenschraubenbolzen an den Grenzstellen durch die Zusammenziehung der Schienen starke Einnagungen auf.

Die letztbeschriebene Erscheinung lieferte einen Beweis dafür, daß unter Mitwirkung der Schienenwanderung auch die allzugroße Kälte verhängnisvoll sein kann. Man denke bloß an den Fall, wenn auf einer zweigleisigen Strecke das äußere Gleis an das innere Gleis heranrückt, wenn auch die Möglichkeit solch einer Verschiebung infolge der Festigkeit der Bahnmitte als gering bezeichnet werden kann.

Die beschriebenen zwei Fälle bekräftigten mich nur in meiner Grundauffassung, daß das Streben nach dem Festhalten der Schienen an den ihnen anlässlich der Verlegung angewiesenen Stellen Anfang und Ende der verkehrssicheren Erhaltung des Oberbaues ist, da dadurch der Keim zu den meisten Gleisverwerfungen unschädlich gemacht werden kann.

## Neuartiger Weichenspitzenverschluß (Bauart Eicher).

Von Dipl.-Ing. Otto Frank, Oberinspektor der kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Der in weiten Kreisen bekannte Hakenverschluß ist an den Weichen älterer Bauart der k. ung. Staatseisenbahnen nur auf umständliche, schwerfällige und daher recht kostspielige Art anzubringen, da die Längsplatten ( $h_1$  und  $h_2$  in der nachstehenden Abbildung) im Wege stehen. Außerdem würde auch in Anbetracht der größeren Zungenöffnung ( $188 + 70 = 258 \text{ mm}$ ) eine Umänderung des Weichenbockes notwendig werden.

Zwecks Kostenersparnis verwenden die k. ung. Staatseisenbahnen in neuerer Zeit bei den handbedienten Weichen den beistehend dargestellten neuartigen Spitzenverschluß, Stützhakenverschluß genannt.

Die Wirkungsweise dieses Verschlusses ist folgende: An dem Fuße der Spitzenschienen  $S_1$  und  $S_2$  — nahe an ihrem verjüngten Ende — ist je ein in lotrechter Ebene schwingender Stützhaken  $a_1$  und  $a_2$ , in einem Lager befestigt. Diese Stützhaken verbindet die regelbare Stange  $e-d-e$  miteinander. Das eine Ende dieser Stange  $e$  steht in gelenkiger Verbindung

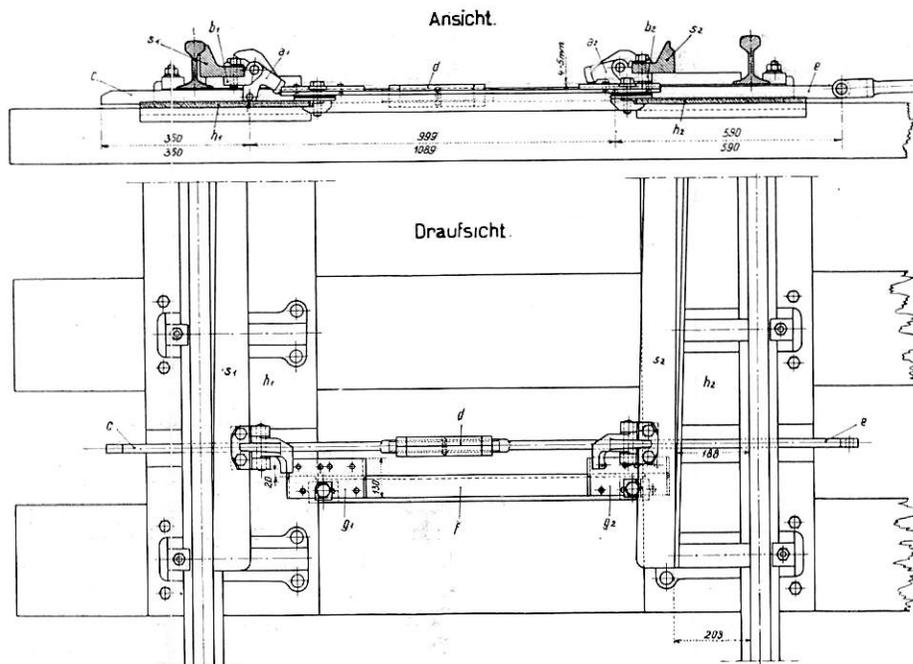
mit der Weichenbockstange, während das andere Ende  $c$  so verlängert ist, daß es sich auch bei abliegender Weichenzunge noch in genügender Länge unter dem Fuße der Stockschiene befindet und dadurch ein Aufschlagen der Spitzenschiene verhindert.

Die durch die Abnutzung während des Betriebes eintretenden Maßänderungen der Weichenzungen erfordern die Regelbarkeit der wichtigsten Bestandteile dieses Spitzenverschlusses. Zu diesem Zwecke wird die Stützhakenverbindungsstange  $e-d-e$  aus zwei — durch eine Schraubenhülse verbundenen — Teilen hergestellt, die Stützplatten  $g_1$  und  $g_2$  können in vier Lagen befestigt werden; außerdem ist es noch möglich durch Unterlagsplättchen gewisse Maße zu berichtigen. Gegenüber den Stützhaken sind durch Winkeleisen miteinander verbundene Stützplatten  $g_1$  und  $g_2$  an den Längsplatten oder aber auf dem Fuß der Stockschienen befestigt.

Durch diese Abstützung wird die Spitzenschiene mit

großer Kraft an die Stockschiene angedrückt. Bei dem Hakenverschluss wird die Spitzenschiene mit großer Kraft herangezogen.

Weiche ermöglicht. Nachdem beide Weichenzungen umgestellt sind, gerät der an der früher abstehenden, jetzt anliegenden Zunge befestigte Haken in die stützende Lage, wodurch die



Neuartiger Weichenspitzenverschluß Bauart Eicher.

Der stützende Teil des Hakens ist ein bogenförmiger Keil, der sich an die schräge Fläche der Stützplatte anlegt.

Während des Umstellens des Gewichtshebels des Weichenbockes wird der anliegende Stützhaken nach einer Bewegung der Verbindungsstange von 30 mm soweit angehoben, daß er die Spitzenschiene freigibt und hierdurch das Umstellen der

beiden Spitzenschiene gegen Klaffen unter den rollenden Fahrzeugen gesichert sind.

Der geschilderte neuartige Spitzenverschluß wurde nach dem Entwurfe des Dipl.-Ing. Georg Eicher, Inspektor der k. ung. Staatseisenbahnen ausgeführt. Die bis jetzt gesammelten Erfahrungen sind sehr befriedigend.

## Wiederherstellung der im Jahre 1919 gesprengten Eisenbahnbrücken (Theißbrücken) in Ungarn.

Von Direktor St. Rotter.

### A. Zur Einführung.

Nach dem Weltkrieg rückte im Sommer des Jahres 1919 die rumänische Armee gegen das verstümmelte Ungarn vor. In Ungarn herrschte zu dieser Zeit der Kommunismus. Die Rumänen besetzten nach kleineren Kämpfen den östlichen Teil Rumpf-Ungarns; blieben aber entlang des Theißflusses einstweilen stehen. Um Gegenangriffe zu erschweren, sprengten sie mehrere Theißbrücken. Die tschecho-slovakische Armee stand auch in Bereitschaft und sprengte die Eisenbahnbrücke über die Theiß bei Záhony (Csap), während die ungarische rote Armee zur selben Zeit die Eisenbahnbrücke über die Theiß bei Szolnok in die Luft sprengte.

Insgesamt wurden von den acht Theißbrücken sechs Eisenbahnbrücken zerstört; ihre Wiederherstellung stellte die Direktion der k. ung. Staatsbahnen vor eine schwere technische Aufgabe, da diese Herstellungsarbeiten nur nach dem Abzug der rumänischen Armee erfolgen konnten und diese Armee vorher alles was nur fortzubringen war beschlagnahmte und abtransportierte.

Das Ungarland war seiner technischen Hilfs- und Baumittel bis aufs äußerste entblößt, so daß die endgültige Wiederherstellung der gesprengten Theißbrücken nur im Laufe einiger Jahre schrittweise vollführt werden konnte.

Bauunternehmer waren in den Jahren 1920 und 1921 zu diesen Arbeiten nicht zu haben.

Die Lage der zerstörten Theißbrücken ist aus dem beistehenden Lageplan Abb. 1 ersichtlich.

Fünf dieser Brücken wurden durch die ungarischen Staatsbahnen in eigener Arbeitsführung, mit Hilfe der un-

garischen staatlichen Maschinenfabrik hergestellt, nur mit den Herstellungsarbeiten der Theißbrücke bei Kisköre wurde eine Bauunternehmung betraut.

Besonders schwierig und bemerkenswert war die Wiederherstellung der Theißbrücke bei Szolnok; diese Arbeiten wurden im Jahre 1925 (30. März) im 6. Hefte des „Organs“ beschrieben.

Aber auch die Herstellung der anderen Theißbrücken war in technischer Hinsicht bedeutend und fesselnd.

Im folgenden sollen einige dieser Arbeiten beschrieben werden.

### B. Wiederherstellung der gesprengten Theißbrücke bei Tiszafüred.

Dipl.-Ing. Alexander Frigyes.

Die Rumänen hatten im Sommer des Jahres 1919 zwei Pfeiler und drei Eisenträger der auf der Lokalbahn Debrecen—Füzesabony liegenden vereinigten Straßen- und Eisenbahnbrücke über die Theiß gesprengt. Die Brücke hatte fünf Öffnungen von  $30,1 + 3 \times 68,8 + 30,1$  m. Die Eisenträger der ersten zwei Öffnungen stürzten in das Flutgebiet, die der dritten Öffnung in den Fluß; die Eisenträger waren an mehreren Stellen gebrochen und zahlreiche Trägereile erlitten derartige Beschädigungen, daß man an die örtliche Herstellung der gesprengten Eisenträger nicht denken konnte.

Die Arbeiten begannen damit, daß die Trümmer der gesprengten Pfeiler weggeräumt und die Eisenträger der ersten und zweiten Öffnung abgetragen wurden. Die Eisenteile der abgetragenen Träger wurden zur späteren Wiederver-

wendung der noch brauchbaren Teile in die Brückenwerkstätte der Staatseisenwerke abgeliefert.

Da die sofortige vollständige Herstellung der Brücke wegen anderer dringender und großer Brückenwiederherstellungen nicht durchführbar war, wurde der Bau einer einstweiligen Behelfsbrücke in Angriff genommen.

Der Behelfsbau wurde mit Beihilfe der Staatsbahndirektion von einer militärischen technischen Truppe durchgeführt.

Die Herstellung des ungefähr 170 m langen, gesprengten Brückenteiles wurde derart geplant, daß die Flußöffnung mit einer 69 m langen verschraubten, zerlegbaren Roth-Wagner-Brücke, der 100 m lange Teil des Flutgebietes mit  $3 \times 30$  m langen, zerlegbaren Kohn-Brücken und der restliche Teil mit Walzträgern überbrückt wurde. Zur Unterstützung der Eisenträger mußten der zweite gesprengte Pfeiler und

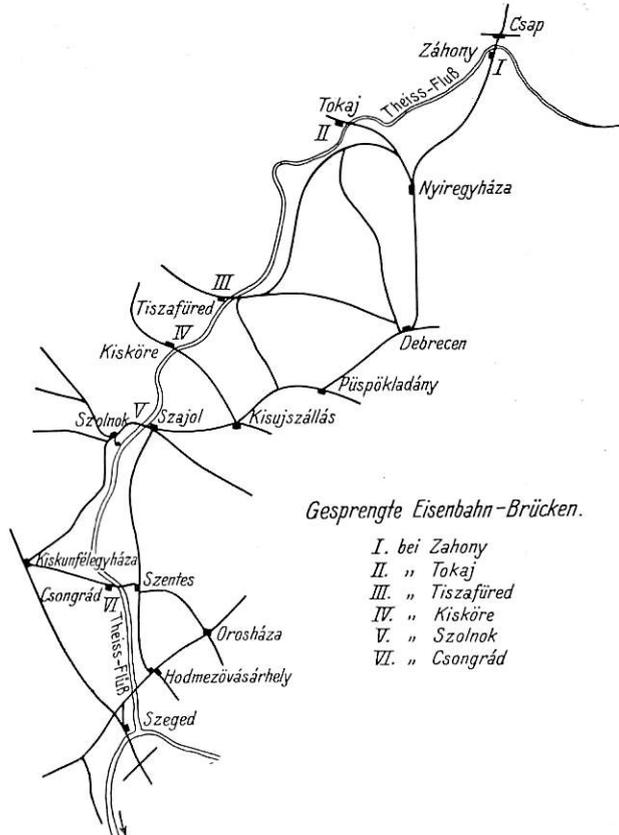


Abb. 1.

drei Pfahljoche hergestellt werden. Da das im Flußbett liegende, gesprengte Eisenwerk die Errichtung eines Baugerüsts der 69 m langen Roth-Wagner-Brücke stark erschwert hätte, wurde beschlossen, die Roth-Wagner-Brücke im freien Vorbau herzustellen. Der dadurch ermöglichte Zeitgewinn fiel dabei stark ins Gewicht.

Die Arbeiten wurden mit der Wiederherstellung des zweiten Pfeilers und dem Bau der drei Holzjoche begonnen. Dann folgte der Walzträgerüberbau und die erste Kohn-Brücke. Anschließend wurde ein 60 m langer Roth-Wagner-Brückenteil zusammengebaut, der bei dem freien Vorbau des 69 m langen konsolartig übergreifenden Roth-Wagner-Brückenteiles als Gegenlast zu dienen hatte. Zwecks Sicherung der Standfestigkeit der Brücke während des Zusammenbaues mußte außerdem das Ende des 60 m langen Brückenteils entsprechend belastet werden.

Um die in einzelnen Trägerteilen während des Zusammenbaues auftretenden unzulässigen Beanspruchungen zu vermeiden wurde die Roth-Wagner-Brücke neben dem unter-

stützenden Pfeiler verstärkt, indem hier ein 12 m hoher (statt 8 m) Brückenteil eingebaut und dadurch die Verminderung der Kräfte erzielt wurde (siehe Abb. 2).

Nach Beendigung des freien Vorbaues der Roth-Wagner-Brücke wurden der als Gegengewicht verwendete, 60 m lange Brückenteil, sowie die einstweiligen Verstärkungen abgetragen und weitere zwei 30 m lange Kohn-Brücken eingebaut.

Diese Behelfsbrücke wurde Ende Dezember des Jahres 1920 dem Verkehr übergeben.

Um das weitere Versanden der in den Fluß gestürzten Eisenteile zu verhindern, wurde sodann damit begonnen, sie durch Ausheben zu bergen.

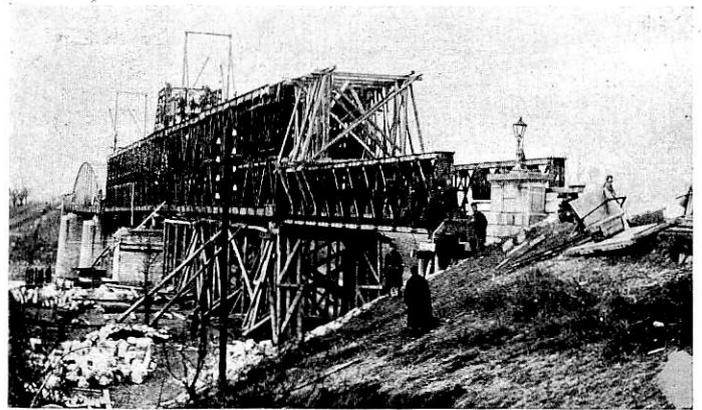


Abb. 2. Freie Montierung der Roth-Wagner-Brücke.

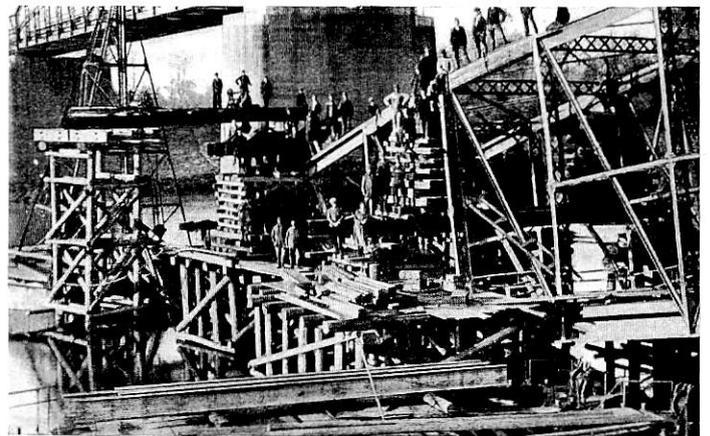


Abb. 3. Heben der gesprengten Eisenkonstruktion der Stromöffnung.

An den ins Wasser gestürzten Enden der Trägerteile wurden Pfahlgerüste hergestellt, von denen aus die Träger mit Flaschenzügen und hydraulischen Winden gehoben wurden.

Da die Eisenträger in den zwei Jahren, die seit dem Sprengen verflossen waren, stark versandet waren, konnten sie nur schwer in Bewegung gesetzt werden. Zahlreiche Bestandteile, Säulen und Diagonalen rissen und brachen, welche dann überlascht und versteift werden mußten, um das Heben fortsetzen zu können.

Um die schief liegenden Trägerteile gegen Abrutschen zu sichern, wurden die Endsäulen gegen den benachbarten Pfeiler verankert. Die herausgehobenen Eisenträger wurden mit stufenweise erhöhten Schwellenstapeln unterstützt (Abb. 3). Es ist trotz der großen Schwierigkeiten gelungen, den ganzen Eisenträger samt dem abgesprengten Ende herauszuheben. Dann wurden die Träger zerlegt und die Bestandteile in die Staatseisenwerke geliefert.

Im Jahre 1922 wurde die endgültige Herstellung begonnen. Gelegentlich des Brückenumbaus wurde die alte, hölzerne Fahrbahn gegen Belageisen mit Schotterbett ausgewechselt. Dem größeren Eigengewichte und der größeren Betriebsbelastung entsprechend mußten die Eisenträger gleichzeitig verstärkt werden.

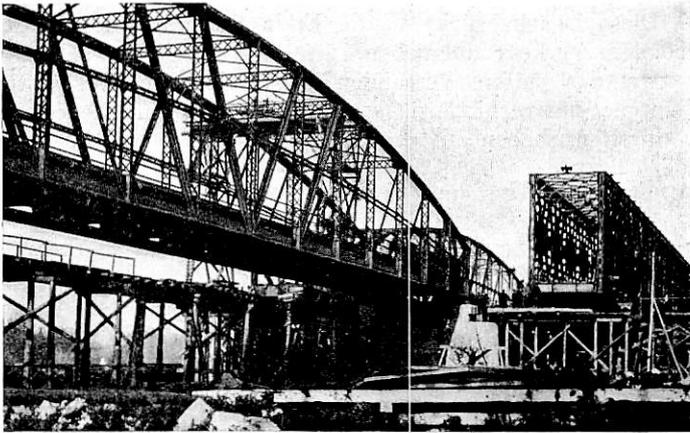


Abb. 4. Die herausgezogene Roth-Wagner-Brücke und das Einziehen der neuen Eisenkonstruktion.

Straßen- und Eisenbahnbrücke überbrückt das Flußbett und das Flutgebiet der Theiß in einer Länge von 500 m.

Die Brücke wurde vom ungarischen Staate in den Jahren 1900 bis 1903 erbaut. Nach den Abb. 5 und 6 bestand das gesamte Tragwerk aus neun Balkenträgern, wobei sechs Parallelträger ( $6 \times 39,9$  m) über dem Flutgebiete und drei Sichelträger ( $2 \times 63,25 + 1 \times 117,0$  m) über dem Flußbett lagen.

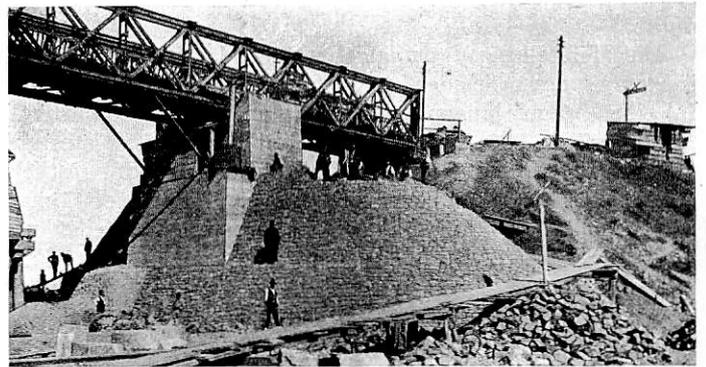


Abb. 8.

Den Unterbau der Brücke bilden die mit Druckluftgründung hergestellten Steinpfeiler, wovon die im Flutgebiet

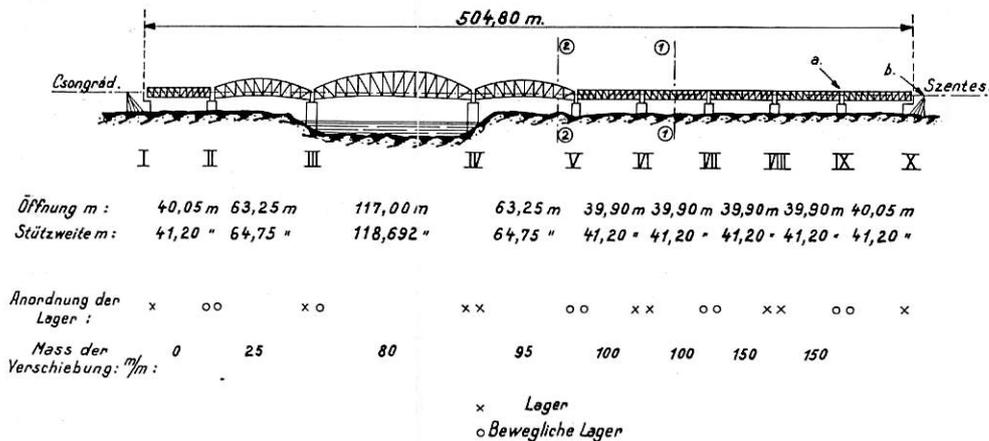


Abb. 5. Gesamtansicht der Brücke.

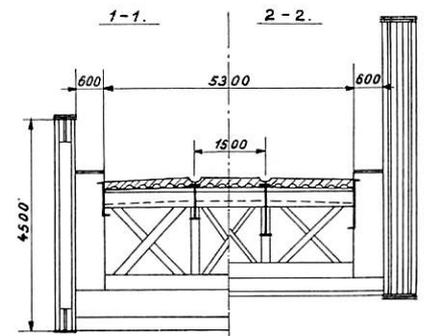


Abb. 6. Querschnitt.

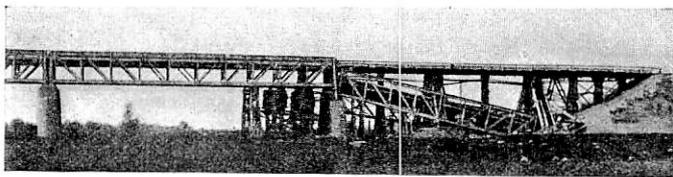


Abb. 7.

Der gesprengte Pfeiler wurde aus Beton erneuert.

Die Eisenträger der Flutöffnungen sind im Jahre 1922 beendigt worden. Die Ersatzträger wurden flußabwärts von der Behelfsbrücke zusammengebaut.

Das Ausschleppen der Behelfsträger und das Einschleppen der zwei erneuerten Eisenträger ( $30,1 + 68,8$  m.l.) erfolgte binnen zwei Halbtagen (Abb. 4).

Die Verstärkungsarbeiten der nicht gesprengten zwei Öffnungen ( $68,8 + 30,1$  m), die Umgestaltung ihrer Fahrbahn, ferner die Herstellung und Montierung der Flußöffnung ( $68,8$  m) wurden im Jahre 1923 durchgeführt.

### C. Wiederherstellung der gesprengten Theißbrücke bei Csongrád.

Dipl.-Ing. Stephan Jobbágy.

Die auf der Nebenlinie Budapest—Félegyháza—Hódmezővásárhely, zwischen Csongrád und Szentés liegende vereinigte

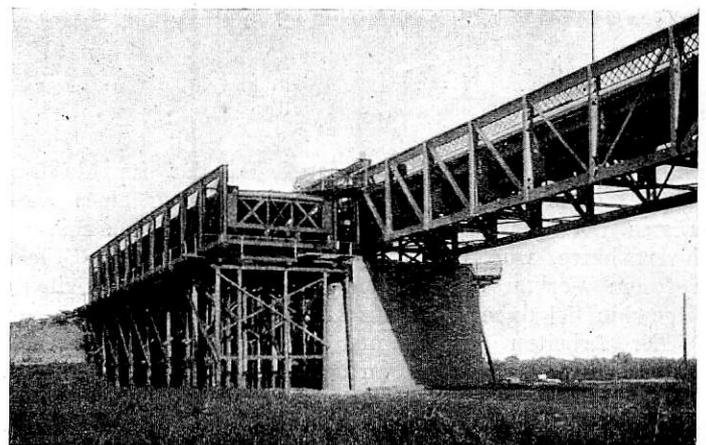


Abb. 9.

liegende mit Eisenbetoncaissons hergestellt wurden. Der Eisenträger der Hauptöffnung hat eine Stützweite von 118,69 m; er ist damit die längste zweistützige Balkenbrücke Ungarns.

Die zwei ersten Eisenträger auf der Seite Szentés wurden von den Rumänen im Jahre 1919 nacheinander gesprengt (Abb. 7).

Bei der ersten Sprengung wurden die Lager der Brücke hinausgeschleudert, die auf dem ersten Pfeiler liegenden Endfelder der Eisenträger wie auch der Pfeiler selbst stark beschädigt.

Bei der zweiten Sprengung stürzte das auf der Seite Szentes befindliche Ende des ersten Eisenträgers zu Boden, das Mauerwerk des Widerlagers wurde ganz zerstört; gleichzeitig wurden sämtliche Eisenträger in der Richtung Csongrád um 30 bis 150 mm verschoben. Die Rumänen haben die unbrauchbar gewordene Brücke zur Abfuhr ihrer Beute behelfsmäßig wieder hergestellt. Die Brücke wurde von der Direktion der ungarischen Staatsbahnen im Jahre 1920 endgültig wieder hergestellt.

Anstatt der von den Rumänen gebauten, nicht verkehrssicheren Notbrücke wurden zwei 24+30 m lange Kriegsbrücken eingebaut. Die Herstellung des gesprengten Widerlagers erfolgte aus Beton unter dieser ersten Kriegsbrücke (Abb. 8). Auch die beschädigten und der gesprengte Pfeiler wurden aus Beton hergestellt.

Der erste gesprengte Eisenträger wurde gegen einen neuen ausgewechselt, der seitlich des alten zusammengebaut und an die Stelle der Behelfsbrücken unter Sperrung des Betriebs eingezogen wurde (Abb. 9).

Außerdem wurden an den Eisenträgern und den Pfeilern zahlreiche Risse und Beschädigungen ausgebessert. Zuletzt erfolgte die Längsverschiebung der Eisenträger in die ursprüngliche Lage. Das Maß der Verschiebungen ist aus Abb. 5 ersichtlich.

An den Enden der Eisenträger sind infolge der durch die Sprengung erfolgten Längsverschiebung verschiedene bemerkenswerte Erscheinungen aufgetreten. An mehreren Stellen wurden sämtliche Schrauben der Lageroberteile abgeschert; an solchen Stellen erfolgte die Längsbewegung der Eisenträger ohne Zerstörung der oberen Schichten des Mauerwerks. An anderen Stellen sind wieder die Quader und oberen Schichten der Mauer aus der ursprünglichen Ebene hinausgetreten; hier erfolgte die Längsbewegung der Eisenträger, die der Lager und der Mauerteile zusammen.

Die Zurückschiebung der großen Eisenträger geschah wie folgt: Bei den festen Lagern wurden die Eisenträgern mit je 2×2 hydraulischen Winden gehoben, die Flächen des Lageroberteils und der Lagerplatte zwecks Verminderung des Reibungswiderstandes geölt und dann wieder auf die Lager herabgelassen. Dann wurden zwischen den Eisenträgern und den hydraulischen Winden geölte Stahlplatten eingeschoben und die Winden in Bewegung gesetzt, so daß sie einen Teil des Gewichtes der Eisenträger aufnahmen. Bei den Rollenlagern an den Enden der Säulen wurden hydraulische Winden wagrecht angeordnet, die gegen die benachbarten Brücken abgestützt wurden. Bei dem Zurückschieben der großen Eisenträger wurde festgestellt, daß sich die Fugen der Quader des unter den Schiebewinden befindlichen Pfeilers um 5 mm öffneten, dann trat eine sprunghafte Bewegung der Träger von 1 bis 2 mm ein, bis die Träger die ursprüngliche Lage genau erreichten.

## Neuerungen und Neuerungsbestrebungen im Fachdienste für Bahnerhaltung bei den kön. ungar. Staatseisenbahnen.

Von Ernst v. Tomassich, Dipl.-Ing., Inspektor.

Die Neuregelung aller Verhältnisse in dem durch den Friedensschluß verkleinerten Ungarn griff auch in den Bau- und Erhaltungsdienst der Eisenbahnen ein. Die Neuerungen und Vereinfachungen galten sowohl der zentralen Verwaltung, als auch dem Außendienst und bezweckten die Rationalisierung des Dienstes. Dadurch war ein Abbau des Kopfbestandes möglich. Der Fachdienst für Bahnerhaltung gliedert sich — wie schon im 1. Aufsatz dieses Heftes erwähnt — in drei Stufen: Direktion, Betriebsdirektion und Sektionsingenieuramt.

Die Hauptsektion der Direktion für Bau und Bahnerhaltung umfaßt z. Z. drei Abteilungen: 1. Konstruktion und Entwurf; 2. Bahnerhaltung und Bahnaufsicht; 3. Entwurf und Erhaltung der Brücken. Zur Ausführung größerer Bauten werden von Fall zu Fall Neubauämter aufgestellt. Bei der Direktion und den Betriebsdirektionen entfällt durchschnittlich auf 100, bei den Ingenieurämtern auf 45 Streckenkilometer je eine technische Arbeitskraft. Diese haben mit wenigen Ausnahmen die Hochschule absolviert, sind also überwiegend Diplomingenieure.

Die Bahnerhaltungsarbeiten bei den Sektionsingenieurämtern werden mit Beihilfe der Bahnmeister ausgeführt, während die unmittelbare Bewachung und Begehung der Strecken den Bahnwächtern obliegt. Die Streckenlänge einer Bahnmeisterei beträgt durchschnittlich 12,0 km.

Der Bahnwächterdienst wurde in der Nachkriegszeit wesentlich vereinfacht. Durch Beseitigung von 366 Schranken und Verminderung der Anzahl der Streckenbegehungen konnte das Bahnwächterpersonal von 3132 Mann stufenweise auf 2314 herabgesetzt werden. Zugleich wurde auch der Stand der ständigen Bahnarbeiter überprüft, der hauptsächlich dadurch stark angewachsen war, daß nach dreijähriger ununterbrochener Dienstleistung jeder Arbeiter selbsttätig zum ständigen Arbeiter wurde.

Der auf diese Weise übermäßig angeschwollene Kopfbestand wurde zu einem bedeutenden Kostenpunkt der k. ung.

Staatseisenbahnen, weshalb darüber gründliche Erwägungen nötig erschienen. Es wurde als Grundsatz festgelegt, daß die Anzahl der ständigen Vorarbeiter und Arbeiter bei jeder Bahnmeisterei auf den Strecken I. Ranges höchstens zwei und sechs, auf Strecken II. und III. Ranges höchstens eins und drei bis fünf betragen darf. Dementsprechend wurde die Zahl der ständigen Bahnarbeiter auf 3950 festgelegt.

Der landwirtschaftliche Charakter Ungarns wirkt sich auch auf dem Gebiete der Bahnerhaltungsarbeiten aus, indem während der Zeit der Massenernte, hauptsächlich zur Zeit der Ernte, die Arbeiten auf das Mindestmaß herabgesetzt, der Hauptteil der Bahnarbeiten also in den Monaten März bis Mai und September bis November ausgeführt werden muß. Dementsprechend schwankt die Anzahl der Zeitarbeiter je nach der Jahreszeit zwischen 2000 und 12000.

Es ist allbekannt, daß der Weltkrieg und die darauf folgenden Zeiten, ferner die mangelhafte Ernährung und die gelockerte Disziplin die Arbeitsleistungen wesentlich herabgedrückt haben.

Zur Beseitigung dieses Übels mußte auch bei unserem Bahnerhaltungsdienst das allgemeine Bestreben platzgreifen, die Wirtschaftlichkeit der Arbeit durch wissenschaftliche Forschungen und Versuche zu fördern.

Eine unserer wichtigsten Vorkehrungen war, daß auch bei uns das Gedingeverfahren eingeführt oder weiter ausgedehnt wurde.

Auf Grund eingehender Zeitstudien und Beobachtungen sind für das Arbeiten im Gedinge verlässliche Einheitswerte bestimmt worden. Als Höchstsatz für Gedingeverdienst gilt die Begrenzung, daß der festgesetzte Stundenlohn hierbei höchstens um 30% überschritten werden darf. In den letztvergangenen Jahren ist etwa ein Drittel aller Oberbauarbeiten im Gedinge durchgeführt worden. Es konnte festgestellt werden, daß diese Arbeitsweise auch auf die Leistungen fördernd wirkte,

weshalb die planmäßigen Arbeitsmethoden neuerdings in unserem Oberbauwesen immer mehr herrschend werden. Auch die bekannten anderweitigen Vorzüge trugen dazu bei.

Um das planmäßige Arbeiten erfolgreich durchführen zu können, um dabei weiter auch eine wirksame technische Kontrolle zu sichern, wurden unter Auflösen einiger Sektionsingenieurämter Abteilungsingenieure angestellt, deren Aufgabe darin besteht, unter persönlicher Verantwortung die in möglichst einheitliche Abschnitte unterteilten Strecken einer Ingenieursektion in bezug auf Unterhaltung und Bahnaufsicht selbständig zu verwalten.

Die Abteilungsingenieure werden, bevor sie mit der

## Über den Oberbau der kön. ungar. Staatsbahnen.

Von Karl Allodiatoris, Dipl.-Ing. Oberinspektor.

Hierzu Tafel 28.

Das Netz der k. ungar. Staatsbahnen erreichte vor dem Kriege seine beträchtliche Ausdehnung durch die Verstaatlichung mehrerer Privatbahnen und durch die Übernahme des Betriebes mehrerer Lokalbahnen. Dies erklärt, daß bei den ungarischen Staatsbahnen ungefähr 40 Oberbauformen in Verwendung standen. Diesen Zustand aufrechtzuerhalten war selbstredend nicht erwünscht und so wurde allmählich — gefördert durch das Bestreben einen zweckentsprechenderen Wagen- und Lokomotivbestand und größere Geschwindigkeiten zu erreichen — auf eine einheitliche Entwicklung und Gestaltung des Oberbaues zielbewußt hingearbeitet. Es sind in diesem Bestreben folgende drei Schienenformen ausgebildet und eingeführt worden:

Auf internationalen Hauptbahnlinien die Schiene mit 42,8 kg/m Einheitsgewicht, bezeichnet mit „J“;

auf den übrigen Hauptbahnlinien die Schiene mit 34,5 kg/m Einheitsgewicht, bezeichnet mit „c“;

auf den Linien II. Ranges und auf Nebenbahnen die Schiene mit 23,6 kg/m Einheitsgewicht, bezeichnet mit „i“.

Heute sind auf dem Liniennetz der ungarischen Staatsbahnen hauptsächlich diese drei Schienenformen vertreten, und nur ausnahmsweise lassen sich Überreste älterer Oberbauarten finden.

Die 42,8 kg schwere Schiene (s. Taf. 28, Abb. 1) ist 139 mm hoch mit 70 mm Kopfbreite, 120 mm Fußbreite bei 15 mm Stegdicke. Die Länge der Schienen betrug ursprünglich 12 und 16 m; erst neuerdings wird sie in 24 m Länge bestellt. Die Neigung der Laschenanschlagflächen ist 1:5.  $J=1430,1 \text{ cm}^4$  und  $W=41,7 \text{ cm}^3$ .

Die 34,5 kg schwere Schiene (s. Tafelabb. 2) ist 128 mm hoch mit 57 mm Kopfbreite, 104 mm Fußbreite und 15 mm Stegdicke. Die Neigung der Laschenanschlagflächen ist 1:2,5. Die Länge dieser Schienen ist 12, neuerdings 16 m.  $J=934,88 \text{ cm}^4$  und  $W=145,32 \text{ cm}^3$ .

Die 23,6 kg schwere Schiene ist 107,5 mm hoch mit 47 mm Kopfbreite und 11 mm Stegdicke. Die Laschenanschlagflächen haben die Neigung 1:2,5. Die Schienenlänge beträgt 12 m.  $J=447,2 \text{ cm}^4$  und  $W=83,2 \text{ cm}^3$ .

Aus wirtschaftlichen Gründen war eine beschleunigte Auswechslung abgenutzter Schienen nicht möglich, und auch wegen Mangel der Geldbeträge mußten wir uns bisher mit der ungetrennten Schienenbefestigung begnügen. Unsere Schienen liegen heute noch auf gewalzten Rippenunterlagplatten und werden mit Schienenschrauben auf den Schwellen befestigt.

In unserer heutigen schwierigen Lage müssen wir  $\frac{2}{3}$  unseres Bedarfes an Schwellen importieren und deshalb ist es dringend geboten, die Lebensdauer unserer Schwellen möglichst zu verlängern. Ein wichtiges Mittel hierzu bietet die getrennte Befestigungsart, die übrigens auch wegen gewisser Betriebsbrücksichten erwünscht ist, so daß wir heute mit mehreren

Leitung eines Streckenabschnittes betraut werden, einer Prüfung unterworfen.

Unsere Erfahrungen mit dieser Neueinführung sind befriedigend.

Unsere Bahnmeister besuchen, bevor sie endgültig angestellt werden, nach vorangegangener praktischen Ausbildung einen etwa achtmonatlichen Kurs, wo sie in den Kenntnissen ihres Arbeitsgebietes theoretisch und praktisch unterrichtet werden. Weiter werden sie nach Bedarf zwecks Fortbildung zu Lehrgängen einberufen, wo sie mit den Neuerungen, die in ihrem Fach eingeführt wurden, vertraut gemacht werden.

Unterlagplatten Versuche durchführen, die bei getrennter Befestigung Klemmwirkung ausüben. Die Versuche lassen ein günstiges Ergebnis erhoffen, aber ein abschließendes Urteil ist noch nicht möglich; deshalb müssen wir von der Darstellung der Vorrichtungen vorläufig noch Abstand nehmen.

Die Stöße wurden früher schwebend ausgebildet und die Laschen waren bei allen drei Schienenformen zur Aufnahme von sechs Schraubenbolzen ausgebildet. Ihre Länge ist auf Hauptstrecken 900 mm, bei Nebenbahnen 830 mm. Der Schwellenabstand war bei den Stößen 560 mm, nur bei den Nebenbahnen 510 mm.

Obwohl die Festigkeitseigenschaften unserer Laschen sehr günstig waren, so hat die immerhin große Schwellenentfernung zu Verhämmerungen, der Schienenenden, Schweinsrückenbildungen, Laschenverschleiß usw. geführt, weshalb wir zum Doppelschwellenstoß übergangen, wodurch der Stoßschwellenabstand von 560 mm auf 270 mm vermindert wurde.

Durch Einführung der Doppelschwellen wurden die Laschengewichte beträchtlich vermindert, so ist das Gewicht des Laschenpaares bei dem Oberbau „J“ heute 27,36 kg gegenüber 44,02 kg bei dem schwebenden Stoße. In Verbindung mit diesen Neuerungen wurden auch die Schienenlängen auf 24,0 m erhöht.

In den Abb. 1, 2, 3, Taf. 28 ist schon die umgeänderte Stoßausbildung mit Doppelschwellen dargestellt.

Weitere Verbesserungen des Oberbaues suchten wir durch erhöhte Festigkeit des Schienenstahls zu erreichen. Nach den neueren Vorschriften soll sich die Zerreißfestigkeit zwischen den Grenzen 70 kg/mm<sup>2</sup> und 85 kg/mm<sup>2</sup> bewegen. Das Dehnungsmaß auf 100 mm bezogen soll so ausfallen, daß ihr Dreifaches mit der Bruchfestigkeit zusammen wenigstens die Zahl 106 erreicht. Diese Gütezahl lassen wir zunächst nur zu Studien- und Vergleichszwecken bestimmen.

Der größte Teil unserer Linien liegt auf mehr oder minder ebenem Gelände, und dementsprechend ist die gerade Linienführung vorherrschend (82% gerade Strecken). Dennoch müssen wir auf eine Herabminderung der Schienenabnutzung bedacht sein, da unsere Schienenpreise im Verhältnis zu westeuropäischen Ländern sehr hoch sind. Aus diesem Grunde wurden zunächst Versuche mit Leitschienen gemacht. Wegen ihrer immerhin noch hohen Kosten befaßten wir uns auch mit anderen Lösungen, so insbesondere mit der versuchsweisen Einführung legierter Stahlsorten.

Schon im Jahre 1912 begannen die Versuche mit hochgeköhlten Stahlschienen auf der Linie Piski-Petrozsény, die auf einem jetzt von Ungarn abgetrenntem Gebiete liegt, so daß die Versuche nicht weiter verfolgt werden können. Auf dieser Strecke waren die Schienen im Bogen ( $R=190 \text{ m}$ ) im Gefälle von  $16\text{‰}$  verlegt. Nach Verlauf von 16 Monaten betrug die Durchschnittsabnutzung der Bessemerstahlschienen

260 mm<sup>2</sup> demgegenüber diejenige der hochgeköhlten Schienen 135 mm<sup>2</sup>.

Unsere neuen Versuchsstrecken liegen in der Nähe von Budapest in Gefällen von 10 bis 12<sup>0</sup>/<sub>00</sub> zugleich in Bogen von R=250 bis 300 m. Von den hier gleichzeitig verlegten hochgeköhlten Schienen und Siliciumschienen verhielten sich bisher erstere günstiger.

Es wurden auch Versuchsstrecken mit herabgeminderter Spurerweiterung eingerichtet; die Messungen und Beobachtungen sind noch im Gange, aber es hat den Anschein, daß der Verschleiß von Schienen und Radreifen auf solche Weise erhöht wird.

Einen weiteren Schritt in der sparsameren Gestaltung der Oberbaubewirtschaftung bildet die verbesserte Art der Wiederbenützung von Schienen mit abgehämmerten und niedergefahrenen Enden. Früher wurden solche Schienen gekürzt und mit neuen Laschen wieder verlegt; neuerdings aber werden solche an den Enden um je 50 cm gekürzten Schienen zusammengesweißt.

Wie schon erwähnt, befinden wir uns in der volkswirtschaftlich ungünstigen Lage, den großen Teil der benötigten Schwellen aus dem Auslande bestellen zu müssen. Um das Übel zu mindern haben wir einerseits unser Tränkverfahren zu vervollkommen gesucht, andererseits machen wir ausgiebigen Gebrauch von Eisenbetonschwellen.

Was die Bettung betrifft, so sind ebenfalls Verbesserungen angestrebt worden. Heute werden schon dem Gepräge der Linien entsprechend 40, 45 und 50 cm starke Bettungen vorgesehen, während man sich früher mit 30 cm begnügt hat. Als Bettungsstoff kommt meistens Steinschlag in Betracht, Schotter wird nur bei untergeordneten Linien verwendet. Der Steinschlag wird womöglich nur aus hartem Kristallgestein erzeugt (Basalt, Andesit, Trachyt, Diabas); Kalkgestein wird nur in der Nähe guter Kalkstein-Brüche benützt.

Unsere Verwaltung wurde in den letzten Jahren vor eine neue schwere Aufgabe gestellt, die aus der Tatsache hervorging, daß das unserer Betriebsleitung zugewiesene Lokalbahnnetz von rund 4000 km Länge zum großen Teil gerade in diesen Jahren auswechslungsbedürftig wurde. Erschwert ist die Lage noch dadurch, daß die schwachen Schienenformen der Lokalbahn (20 kg und 23,6 kg) den heutigen Verkehrsbedürfnissen nicht mehr entsprechen. Es ist erwünscht, daß auf diesen Linien Wagen mit 20 Tonnen Ladegewicht, d. h. mit 16 Tonnen Achsdruck verkehren, und da dies bei einem Schienengewicht von 23,6 kg selbst durch Schwellenvermehrung nicht zu erreichen ist, mußte man sich entschließen, auch auf Lokalbahn 34,5 kg schwere Schienen zu verlegen.

Behufs Verbesserung der Verkehrsverhältnisse unserer internationalen Hauptlinien und zur Erhöhung der Geschwindigkeiten ist die Einführung leistungsfähigerer Lokomotiven geplant, deren größter Achsdruck 20 t sein wird,

bei einer Geschwindigkeit von 100 km/Std. Unsere 42,8 kg schwere Schiene kann solchen Anforderungen nicht mehr Genüge leisten, weshalb wir eine stärkere Schienenform entwerfen mußten. Das Verlegen unseres neuen Oberbaues mit 48,3 kg schweren Schienen hat in diesem Jahre bereits begonnen, zunächst mit 76 cm Schwellenabstand, der einem Achsdruck von 23 t genügt.

Bei dem Entwurf der 48,3 kg schweren Schiene sind die theoretischen Forderungen, die eine zweckentsprechende Massenverteilung und hohe Tragfähigkeit anstreben, besser beachtet worden als bei unseren älteren Formen.

Der Querschnitt der neuen Schiene, ihre Abmessungen und Festigkeitszahlen sowie der Schwellenverteilungsplan sind aus der Abb. 3, Taf. 28 ersichtlich.

Zwischen Schienenfuß und Unterlagplatte werden zur Erhöhung der Reibungswiderstände und Elastizität sowie zur Verminderung des Verschleißes Pappelholzplättchen eingelegt.

Dieser Übersicht des bei den ungarischen Staatsbahnen verwendeten Oberbaues sei noch eine kurzgefaßte Darstellung unserer Weichen angefügt.

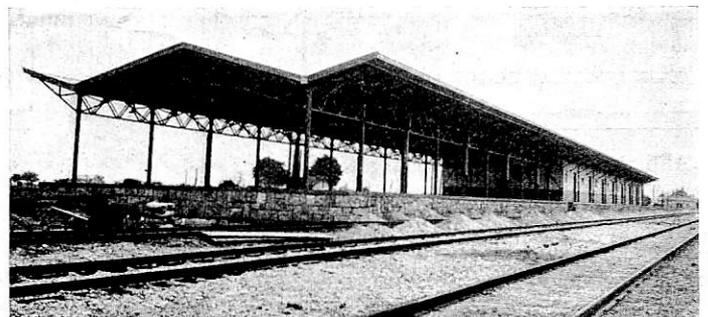
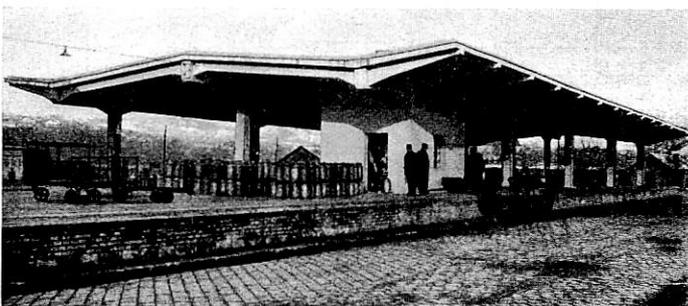
Ursprünglich ebenso zahlreich wie unsere Schienenformen waren sie der Bauart nach entweder Wurzelzapfenweichen oder Federweichen. Der Wurzelzapfen selbst ist bei manchen Bauarten ein besonders selbständiges Stück, bei anderen dagegen mit der Wurzelplatte fest verbunden. Bei den heutigen Schienenformen wird im allgemeinen auf untergeordneten Stellen die Wurzelzapfenweiche, auf wichtigeren Stellen dagegen die Federweiche verwendet.

Aus wirtschaftlichen Gründen befassen auch wir uns mit der Vervollkommnung des Wurzelzapfenzungenstoßes und neuerdings wurde auch ein solcher verstärkter Wurzelzapfenwechsel bei dem 42,8 kg schweren Oberbau eingeführt; er bewährte sich bisher gut. Diese Bauart wenden wir auch bei dem 48,3 kg schweren Oberbau an.

Die schwierige Frage der guten Zungenwurzelverbindung suchen wir gegenwärtig auch auf einem ganz neuen Wege zu lösen. — Die Zunge wird mit einem in wagrechter Richtung beweglichen, große Klemmwirkung ausübenden Keil an den Wurzelzapfen gedrückt. Der vordere Teil des Keiles endet in einem Schraubenbolzen, wobei durch eine Schraubenmutter der Keil beständig festgespannt gehalten werden kann. Um den Verschleiß möglichst zu vermindern, wurden die Wurzelzapfendurchmesser auf 120 mm festgesetzt. Die Klemmkeile werden aus weicherem Stahl hergestellt, um den Verschleiß mehr auf die kleineren, leicht auswechselbaren Teile zu beschränken.

Über die Herzstücke sei nur erwähnt, daß bei den leichteren Oberbauarten Gußherzstücke verwendet werden, während bei den schwereren Oberbauformen die Herzstücke aus Schienen hergestellt werden, teilweise mit eingelegten Gußstahlspitzen.

### Zur Darstellung von Hochbauten der k. ung. Staatsbahnen Seite 404.



Die erste Abbildung zeigt eine Milchladerrampe, die zur Hälfte mit Eisenbetonkonstruktion überdacht ist und deren Flächeninhalt rund 1600 m<sup>2</sup> beträgt. Sie wurde auf dem Bahnhofe Budapest—Kelenföld errichtet, auf dem die zur Versorgung der Hauptstadt dienende Milch — täglich rund 150 000 l — ankommt. Die Anlagen waren notwendig, weil infolge der Gebietsabtrennungen die Milch aus anderen Versorgungsgebieten entnommen werden mußte.

Die zweite Abbildung zeigt einen infolge der neuen Zollgrenzen nötig gewordenen Zollschuppen, der nach Bedarf zerlegbar ist.

## Hochbauten.

Die Wohnungsnot, die in der Nachkriegszeit allgemein auftrat, zwang die Direktion der k. ung. Staatseisenbahnen

gesorgt werden und alsbald erschien es zweckmäßig, für die einzelnen Beamtenkategorien Wohnhaustypen festzusetzen.



Abb. 1. Zweifamilienwohnhaus für mittlere Beamte.

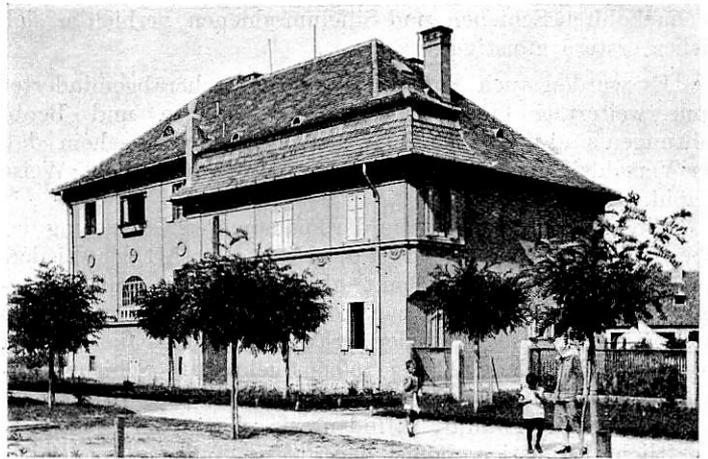


Abb. 3. Arbeiterwohnhaus für sechs Familien.

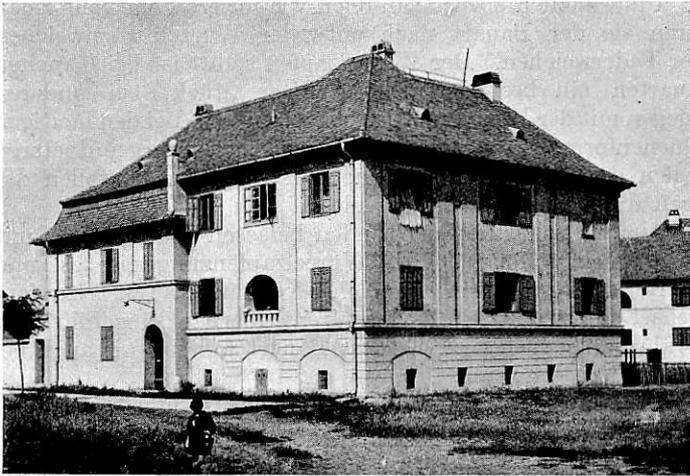


Abb. 2. Arbeiterwohnhaus für sechs Familien.



Abb. 4. Arbeiterwohnhaus für zwei Familien.

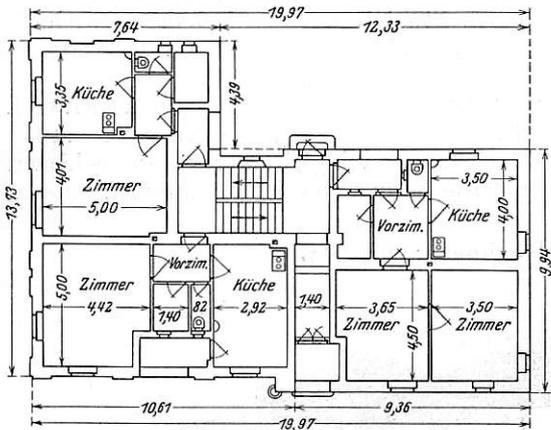


Abb. 5. Grundriß des Erdgeschosses eines Arbeiterwohnhauses für sechs Familien.

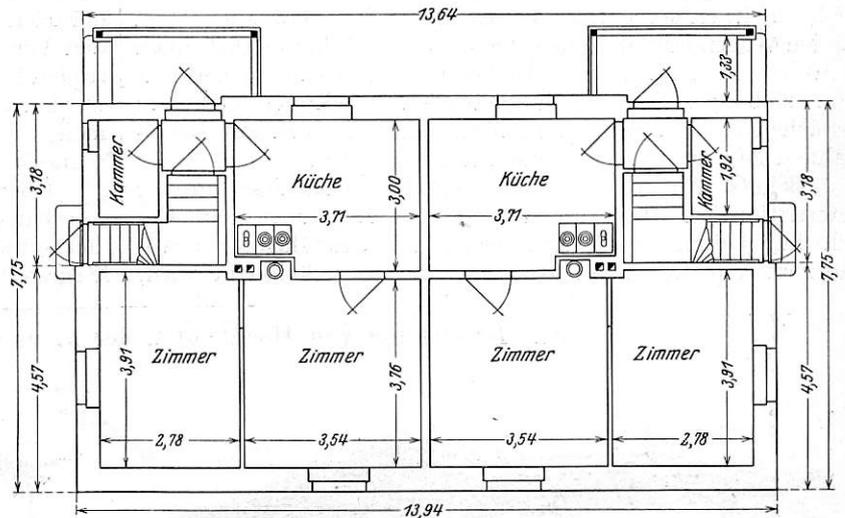


Abb. 6. Grundriß des Erdgeschosses eines Arbeiterwohnhauses für zwei Familien.

Wohnungsbauten für Angestellte in größerem Maße als in den Vorkriegszeiten in Angriff zu nehmen.

Es mußte vorerst für das Personal des Exekutivdienstes

Wohnungstypen wurden entworfen für Beamte (mittlere und untere), ferner für Arbeiter. Einige Grundrisse und Ansichten einzelner Typen stellen die Abb. 1 bis 6 dar.