

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83/84 (1924)
Heft: 4

Artikel: Extra-Schnellläufer-Turbinen der A.-G. der Maschinenfabrik von Th. Bell & Cie., Kriens
Autor: Prášil, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82730>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 23.02.2026

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

INHALT: Extra-Schnellläufer-Turbinen der A.-G. der Maschinenfabrik von Bell & Cie., Kriens. — Zur Frage der durchgehenden Güterzugbremse. — Wettbewerb für die Kantonale Bernische Gewerbe-Ausstellung Burgdorf 1924. — Hölzerne Rohrleitungen in Oesterreich. — Conférence Internationale des Grands Réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension. — Miscellanea: Eisenbahnen in Kleinasien. Das Pallophotophon. Zur Architektur der Bahnkraft-Unterwerke. Elektrische Traktion der chilenischen Staatsbahnen. Torkret-Beton als Schutz für Eisenkonstruktionen. Privat-

tätigkeit beamteter Architekten und Ingenieure. Hochbrücke Baden-Wettingen. Eine Luftverkehrslinie Petersburg-Wladiwostok. Bahn-Elektrifikation in Italien. Die deutsche Technische Hochschule in Brünn. Die „Akademie“ der Studierenden der E. T. H. Eidgen. Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie. — Nekrologie: R. Wildberger. André Chagüeraud. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Sektion Bern des S. I. A. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

Band 83.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 4.

Extra-Schnellläufer-Turbinen der A.-G. der Maschinenfabrik von Th. Bell & Cie., Kriens.

Von Prof. Dr. F. Právil, Zürich.

(Schluss von Seite 34.)

f) Versuche im April/Mai 1923 am Modell $D_s = 167$ mm mit Saugrohr konform der endgültigen Form. Die Resultate der gemäss der ersten Erwägung von Seite 4/5 durchgeführten Versuche sind in Abb. 30 für die Leitschaufelöffnungen 40 und 32 mm an der Modellturbine mit $D_s = 167$ mm dargestellt; sie sind insgesamt auf $D_s = 505$ mm umgerechnet.

Die Firma setzte die Versuche am Modell $D_s = 167$ mm fort; der bezügliche Bericht soll hier, wegen dessen allgemeinen Wertes, wörtlich wiedergegeben werden:

„Bei der ersten Versuchs-Installation der kleinen Extra-Schnellläufer-Turbine mit $D_s = 167$ mm war diese am kanalseitigen Fenster des grossen eisernen Oberwasser-Kastens in einem oben offenen Holzvorbau montiert (siehe Abb. 17). Nach jenen Versuchen mit dem Glas-Saugrohr von kreisrunder Form sind andere, nicht kreisrunde Saugrohre aus Guss mit dieser kleinen Maschine vergleichend geprüft worden. Die in Abb. 31 wiedergegebenen Kurven mit Index M zeigen die damaligen Resultate mit acht Leitklappen und einem geraden elliptischen Saugrohr mit rechtwinkliger Umlenkung, in einen anschliessenden Horizontalschenkel (Versuche vom 7. Juni 1921). Bei den Versuchen im letzten Frühjahr kam das Bedürfnis, die kleine Maschine mit $D_s = 167$ mm unabhängig von der Installation der grossen mit $D_s = 505$ mm aufzustellen, was zur zweiten Disposition des betreffenden Versuchstandes geführt hat (Abb. 14 u. 15), mit dem im April die für die Expertise Bern nötigen Erhebungen gemacht worden sind.

Nachher ergab die Notwendigkeit, auf jene Versuche vom 7. Juni 1921 zurückzugreifen, den Wiedereinbau des betreffenden geraden, elliptischen Saugrohres mit Unter-

sich allmählich bei zwei und mehr Stunden Betrieb wieder der ursprüngliche Wirkungsgrad ein. Das führte zur Entdeckung, dass aus irgendwo sich bildenden Luftsäcken ständig Spuren von Luft die Aspiratorwirkung beeinträchtigt hatten. Als dann die gesamte Versuchsanstallation so abgeändert und in Betrieb genommen wurde, dass sich diese Erscheinung nicht mehr einstellen konnte, wurden

am 9. Mai 1923 bei normaler Bremsung auch wirklich jene Resultate vom 7. Juni 1921 wieder erreicht [Kurve O in Abb. 31].

Dies gab Veranlassung, das Aspiratormodell Bern $D_s = 167$ mm wieder einzubauen, um nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ richtige Resultate zu erhalten. Die darauf am 15. und 16. Mai 1923 erhaltenen Resultate zeigen, dass auch bei jenen Proben im April [Kurven L] aus den vorgenannten Gründen der Luftsackbildung Fehler bis zu

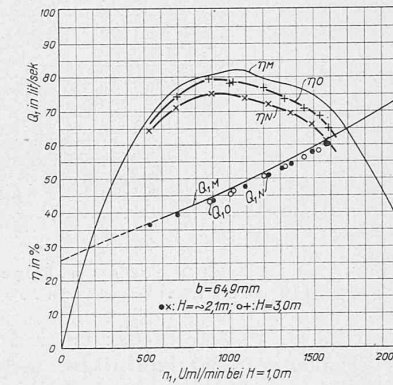


Abb. 31. Versuche mit Modell $D_s = 167$ mm.

M: mit 8 Leitklappen und geradem elliptischem Saugrohr mit Horizontalschenkel (Juni 1921).

N: mit 12 Leitklappen und gleichem Saugrohr; Luftsäcke im Saugrohr! (Mai 1923).

O: wie N; ohne Luftsäcke im Saugrohr (Mai 1923).

4% unterlaufen waren; auf Abbildung 32 sind diese Resultate, auf $D_s = 505$ mm umgerechnet, mit den mittlern Kurven der Versuche vom März 1923 an der grossen Versuchsturbine in Vergleich gebracht.

Diese Mitteilungen weisen auf die Vorsicht hin, die bei Versuchen mit relativ kleinen Modellen anzuwenden ist.

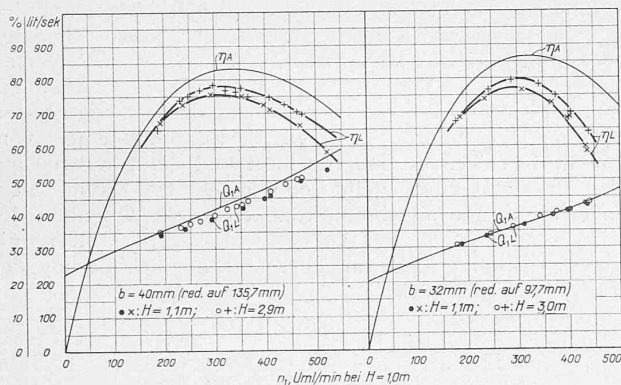


Abb. 30. Versuchsergebnisse mit der Modellturbine $D_s = 167$ mm. Kurven A: Ursprüngliche Messungen mit $D_s = 505$ mm nach Abb. 22. Kurven L: Messungen mit dem Modell $D_s = 167$ mm (April 1923) mit Saugrohr konform der endgültigen Ausführung für $D_s = 505$ mm, reduziert auf die Versuche mit der Turbine $D_s = 505$ mm.

schenkel. Da zeigte es sich nun, dass mit der neuen Versuchsanstallation für $D_s = 167$ mm anfänglich die früheren, sehr sorgfältig aufgestellten Resultate im normalen Vorgang der Bremsaufnahmen mit etwa $\frac{1}{4}$ Stunde Zeit pro Messpunkt nicht mehr zu erreichen waren. [Kurve mit Index N in Abb. 31. Bei $H = 1,1$ ergaben sich gleiche Werte.] Nur wenn eine bestimmte Umfangskraft an der Bremse bei konstantem Gefälle festgehalten wurde, stellte

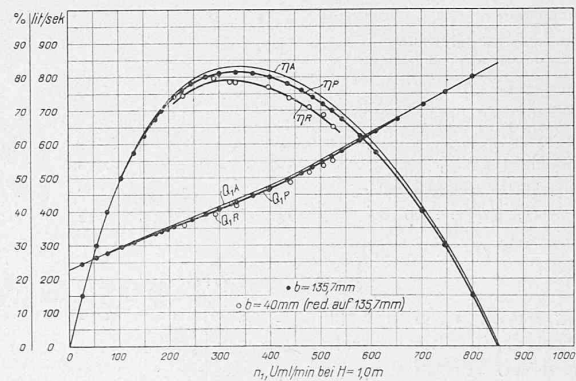


Abb. 32. Vergleichende Messungen mit dem endgültigen Saugrohr-Modell.

Kurven A: Ursprüngliche Messungen mit $D_s = 505$ mm nach Abb. 22.

Kurven P: Mittelwerte mit endgültigem Saugrohr $D_s = 505$ mm (März 1923).

Kurven R: Letzte Versuche mit dem Saugrohr $D_s = 167$ mm konform der endgültigen Ausführung für $D_s = 505$ mm (Mai 1923).

g) Versuche am Modell $D_s = 505$ mm mit Saugrohr konform der ersten Ausführung in Bern. Die Resultate der, entsprechend der zweiten Erwägung von Seite 5 durchgeführten Versuche sind in Abb. 33 für die Leitschaufelöffnungen 135,7 und 113,0 mm am Modell mit $D_s = 505$ mm (entsprechend 428 und 356 mm an der Turbine mit $D_s = 1600$ mm) dargestellt; die Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse in der Matte und in Kriens ist augenfällig.

h) Die Versuche vom 27. Juli an der umgebauten Anlage „Matte“. Die Dauermessungen ergaben die folgenden Resultate, die dem Expertenbericht entnommen sind:

Öffnungsindex		168 mm		208 mm	
Lichte Leitschaufelöffnung		356/113,0 mm		428/135,7 mm	
Bremsbelastung	kg	141,5	176,5	151,5	186,5
Dauer der Messung		9—10 ⁵⁰	11—12 ⁵⁰	15 ³⁵ —17	17 ²⁰ —18 ⁰⁵
Gefälle	m	1,737	1,758	1,750	1,788
Wassermenge Q	m ³ /sek	6,585	5,370	6,985	5,870
Umdrehungen n	Uml/min	205,0	147,3	200,4	149,4
Zugeführte Leistung	PS	152,5	125,9	163,0	139,9
Turbinenleistung N_e	PS	116,6	104,5	122,1	112,0
Wirkungsgrad η_e	%	76,5	83,0	74,9	80,1

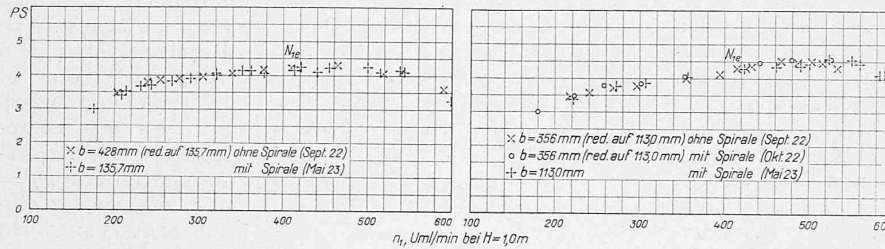


Abb. 33. Messungsergebnisse mit dem Modell $D_s = 505$ mm mit Saugrohr konform der ersten Ausführung in Bern, im Vergleich mit den ersten Versuchen mit $D_s = 1600$ mm in Bern.

Auf Abb. 34 sind, in die aus den Versuchen unter d mit korrektem Saugrohr erhaltenen Charakteristiken, die auf $D_s = 505$ mm umgerechneten Resultate der Dauermessung und die sodann aufgenommenen Leistungscharakteristiken eingetragen; es ist daraus im direkten Vergleich die Uebertragbarkeit der Resultate an der Modellturbine auf die in beschriebener Weise umgebauten Turbine in Matte und deren Garantietüchtigkeit erkenntlich.

5. Interpretation und Verwendung der Hauptcharakteristiken.

Rechnet man die Ergebnisse der Dauermessungen auf 1 m Gefälle um und berücksichtigt man, dass für die Bestimmung der Koordinatenwerte in der Hauptcharakteristik, Abb. 28 auf Seite 35, der Wert $D_s = 1,6$ m, d. h. der Saugrohr-Eintrittsdurchmesser der Turbine in Matte einzusetzen ist, so ergibt sich folgende Tabelle:

Öffnungsindex		168 mm		208 mm	
Lichte Leitschaufelöffnung		356/113,00 mm		428/135,7 mm	
Wirkungsgrad	%	76,5	83,0	74,9	80,1
Umdrehungszahl n_1	Uml/min	155,5	111,1	151,5	111,7
Wassermenge Q_1	lit/sek	4996	4050	5280	4390
Turbinenleistung N_1	PS	50,94	44,83	52,74	46,84
Speziifische Umdrehungszahl n_s		1110	745	1102	765
$x_1 = n_1 D_s$ ($D_s = 1,6$ m)		249	178	242	179
$y_1 = \frac{Q_1}{D_s^2}$ ($D_s^2 = 2,56$ m ²)		1952	1581	2062	1716

Fixiert man in der Hauptcharakteristik die durch die obigen Koordinaten x_1 und y_1 bestimmten Punkte, so wird man erkennen, dass die diesen Punkten entsprechenden Werte von n_s und η_e sehr gut entsprechen; die beiden Punkte einer Leitschaufelöffnung liegen auch sichtlich je auf einer Linie der Kurvenschar für konstante Leitradöffnung. Es erscheint hiermit die Hauptcharakteristik tatsächlich als Bild der Wirkungsweise der Turbine und sie kann zur Prüfung der Garantietüchtigkeit verwendet werden.

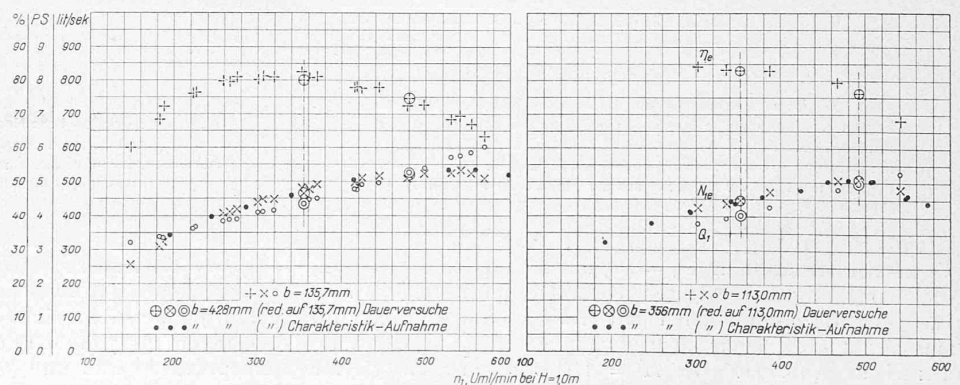


Abb. 34. Messungsergebnisse mit der Turbine $D_s = 1600$ mm mit endgültigem Saugrohr im Vergleich mit den Ergebnissen mit der Modellturbine $D_s = 505$ mm mit gleichem Saugrohr.

Nach den auf Seite 3 gemachten Angaben ist von der Firma für die Schnellläuftturbine für Bern bei 3,45 m Gefälle und Vollast garantiert worden:

Umdrehungen n	Uml/min	200	250
Leistung	PS	290	323
Wirkungsgrad	%	80	78
Demnach Wassermenge Q	m ³ /sek	7,88	9,00

$$\text{Es werden } n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}} \quad \text{Uml/min} \quad 107,6 \quad 134,5$$

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}} \quad \text{lit/sek} \quad 4245 \quad 4845$$

$$x_1 = \frac{Q_1}{\sqrt{H}} \quad 172 \quad 215$$

$$y_1 = \frac{Q_1^2}{H} \quad 1660 \quad 1892$$

Nach der Hauptcharakteristik ist η_e % 83,5 79,5

Die Garantie wird also in beiden Fällen wesentlich überschritten, wie dies übrigens schon aus den Dauerversuchen zu erwarten war. Hiermit ist auch die auf Seite 32 bemerkte Erklärung betreffend die Hauptcharakteristiken gegeben.

Für Betrieb bei 3,45 m Gefälle und bei 200 Uml/min ergibt sich

$$x_1 = n_1 D_s = \frac{n}{\sqrt{H}}$$

$$D_s = \frac{200}{\sqrt{3,45}} 1,6 = 172$$

und hierfür lassen sich an Hand der Hauptcharakteristik die folgenden Werte bestimmen:

η	y_1	Q_1	Q	N_1	N_e
0	625	1600	2970	137	0
40	820	2100	3900	179	71,6
70	1145	2930	5440	250	175,0
75	1220	3120	5800	267	200,5
80	1320	3380	6280	289	231,2
85	1440	3680	6840	315	267,5
85	1530	3910	7250	334	284,0
80	1760	4500	8350	384	307,2

Nach diesen Zahlen ist die Qualitäts-Charakteristik Abbildung 35 aufgetragen.

6. Zusammenfassung.

Es wird nach kurzer Einleitung über die Entwicklung der Konstruktion und die dafür begleitenden Grundsätze die Ausbildung der ersten kleinen Versuchsturbine mit $D_s = 167$ mm charakteristischen Durchmesser, dann diejenige des Hauptversuchsmodells mit $D_s = 505$ mm und schliesslich diejenige der Ausführung für Matte mit $D_s = 1600$ mm besprochen; es folgt eine Schilderung der Schwierigkeiten mit dieser Ausführung infolge Verwendung einer vom Modell abweichenden Saugrohrform und der zur Behebung des Uebelstandes durchgeführten Versuche und Massnahmen, wobei die Firma mit einer verdankenswerten Offenheit der Fachwelt eine Reihe wertvoller Erfahrungen zur Kenntnis bringt. Anschliessend an diese und die Schilderung der

Versuchseinrichtungen in Kriens und der Matte werden in zeitlicher Folge die Versuche an den verschiedenen Modellen und in Matte besprochen, die Versuchsergebnisse durch Tabellen und Charakteristiken veranschaulicht und zum Schluss in einer Interpretation der gefundenen Hauptcharakteristiken deren Gebrauchswert bei ihrer Verwendung für die Bestimmung der Qualität und Garantietüchtigkeit der Turbine vorgeführt.

Es geht aus den Versuchsergebnissen mit Klarheit hervor, dass es gelungen ist, die in der Einleitung gegebenen Werte für Wirkungsgrad und spezifische Umdrehungszahl zu erreichen und damit eine garantietüchtige Konstruktion von hoher Schnelligkeit zu schaffen.

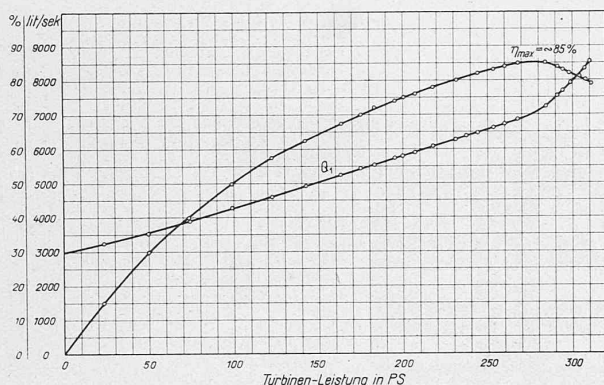


Abb. 35. Qualitäts-Charakteristik der Turbine in der „Matte“.

Der Firma und der Direktion des Elektrizitätswerkes Bern spreche ich hiermit meinen Dank dafür aus, dass sie mir Gelegenheit gegeben haben, diese Errungenschaft der Turbinentechnik durch eingehende Studien kennen zu lernen und hierüber zu berichten. Der „Schweizerischen Bauzeitung“ sei der Dank für die mühevollen Arbeit beim Umzeichnen der zahlreichen Kurvenblätter ausgesprochen.

Weggis, im September 1923.

Zur Frage der durchgehenden Güterzugbremse.

Am 15. Oktober 1923 ist von der Pariser Konferenz der Eisenbahn-Kommission der alliierten und assoziierten Mächte beschlossen worden, als Typus der durchgehenden internationalen Güterzugbremse im Sinne von Artikel 370¹⁾ des Versailler Vertrages die *Westinghouse-Bremse* zu bezeichnen, die folgende charakteristische Merkmale aufweist:

1. Verwendung des Spezialsteuerventils *L*;
2. Anbringung einer Verschraubung, die gestattet, zu gegebener Zeit für die Abwärtsfahrt mit der Bremse auf ausserordentlich starken Gefällen bei sehr schweren Zügen ein abnehmbares Organ anbringen zu können, das die selben Funktionen ausübt wie das in den Vereinigten Staaten ständig verwendete Rückhaltventil;
3. Abwesenheit jedes besondern mechanischen Organs an den Leitungswagen.

Bei Annahme der obigen Entscheidung sind die verbündeten Vertreter übereingekommen, dass die Wahl des

¹⁾ Darnach verpflichtet sich Deutschland, die deutschen Wagen mit Einrichtungen zu versehen, die es ermöglichen:

1. sie in die Güterzüge auf den Strecken derjenigen alliierten und assoziierten Mächte, die Mitglieder der am 18. Mai 1907 abgeänderten Berner Konvention vom 15. Mai 1886 sind, einzustellen, ohne die Wirkung der durchgehenden Bremse zu hindern, die in den ersten zehn Jahren seit Inkrafttreten des gegenwärtigen Vertrages in jenen Ländern etwa eingeführt wird;
2. die Wagen dieser Mächte in alle Güterzüge einzustellen, die auf den deutschen Strecken verkehren.

Das rollende Material der alliierten und assoziierten Mächte erfährt hinsichtlich der Ablösung, Unterhaltung und Instandsetzung auf den deutschen Strecken dieselbe Behandlung wie das deutsche.

Westinghouse-Systeme nicht seine ausschliessliche Annahme nach sich zieht, und dass im internationalen Verkehr jedes andere Druckluftsystem zuzulassen ist, das als geeignet anerkannt wird, mit jenem System in beliebigem Verhältnis gekuppelt zu werden und mit ihm zu funktionieren.

Angesichts der vorerwähnten Beschlüsse der Eisenbahnkommission der alliierten und assoziierten Mächte erscheint es wichtig festzustellen, dass durch sie der internationalen Einführung der „Kunze-Knorr-Bremse“ keinerlei Schwierigkeiten entstehen können. Die Kunze-Knorr-Bremse arbeitet schon seit ihrer Einführung in Deutschland mit der Westinghouse-Bremse zusammen, und auch die über den Gotthard geführten Reparations-Kohlenzüge wurden teilweise mit Personenzügen kombiniert, die mit Westinghouse-Bremsen ausgerüstet waren, ohne dass sich daraus Schwierigkeiten ergeben hätten. Andererseits ist die ganze Entwicklung der Kunze-Knorr-Bremse auf dem Prinzip der Zusammenarbeit mit bestehenden Druckluftbremsen aufgebaut. Bei ihrer Ausbildung wurde von den bis dahin bei der Preussischen Staatsbahn eingeführten Einkammer-Druckluftbremsen, Bauarten Westinghouse und Knorr, ausgegangen. Wie bekannt, arbeiten diese Bremsen anstandslos zusammen und es war deshalb auch ganz natürlich, dass bei der Ausbildung der Güterzugbremse das gleiche Ziel verfolgt wurde.

Der Fachwelt ist wohl allgemein bekannt, dass bei den gemeinsamen Arbeiten der Preussischen Staatsbahn mit der Firma Knorr zunächst eine Güterzugbremse entwickelt wurde, die sich von der Personenzugbremse insbesondere durch ein langgestreckteres Bremsdruckdiagramm unterscheidet. Jene „Knorr-Güterzugbremse“ ist schon vor dem Kriege dem Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, dem auch die Ungarische Staatsbahn als Mitglied angehörte, vorgeführt worden. Bei dieser Verwaltung war andererseits die Westinghouse-Güterzugbremse ausgebildet worden, deren Kennzeichen in dem Steuerventil *L* besteht, das von der Pariser Konferenz vom Oktober 1923 als Muster-Steuerventil bezeichnet wurde. Auch bei der „Westinghouse-Güterzugbremse“ liegt der charakteristische Unterschied gegenüber der Personenzugbremse in einem gestreckteren Bremsdruckdiagramm. Die von der ungarischen Staatsbahn angestellten Mischversuche, für die seitens der Preussischen Staatsbahn eine Anzahl Knorr-Güterzugventile zur Verfügung standen, ergaben, dass die Knorr-Güterzugbremse und die Westinghouse-Güterzugbremse mit dem Steuerventil *L* anstandslos zusammen arbeiten. Das Gleiche muss auch für die „Kunze-Knorr-Güterzugbremse“ zutreffen, da diese sich von der Knorr-Güterzugbremse nur durch die *Möglichkeit des abgestuften Lösens* unterscheidet.

Das anstandslose Zusammenarbeiten der beiden Güterzugbremsen Westinghouse und Kunze-Knorr ergibt sich insbesondere aus der Uebereinstimmung beider Systeme in folgenden Organen bzw. Funktionen:

1. Die Arbeitsweise des Steuerventils der Kunze-Knorr-Bremse beruht auf genau gleichem Prinzip wie das der Westinghouse-Bremse, d. h. der die Bremsung vermittelnde Steuerkolben wird nur durch Differenzen zwischen dem Leitungsdruck und dem Druck im Hilfsluftbehälter bewegt. Im Ruhezustand besteht auf beiden Seiten des Steuerkolbens der gleiche Druck. Die Druckdifferenzen sind nur vorübergehende; sie entstehen, wenn zur Veränderung des Bremsdruckes eine Veränderung des Leitungsdruckes hervorgerufen wird. Für die Dichtung des Steuerkolbens genügt deshalb ein selbstspannender metallischer Kolbenring, der sehr wenig Bewegungswiderstand hervorruft. Die Bremsen sprechen auf ganz kleine Druckdifferenzen an und die Abstufungsmöglichkeit entspricht allen Anforderungen. Es ist daher gleichgültig, ob der normale Leitungsdruck fünf oder mehr oder weniger Atmosphären beträgt; auch haben durch Undichtigkeiten in der Leitung sich ergebende Druckunterschiede keinen Einfluss, da bei gelöster Bremse sich der Druck in allen Teilen der Leitung mit jenem der an sie angeschlossenen Hilfsluftbehälter ausgleicht.