

schaften des Radreifen- und Achsen-Stahls oder über Normalbedingungen zu deren Besichtigung und Prüfung.

Das Bedürfnis zur Revision der ministeriellen technischen Bedingungen für Uebernahme und Lieferung der Schienen wurde angeregt auf der früheren officiellen Versammlung zu Anfang des Jahres 1884, und zwar infolge des von Jahr zu Jahr sich häufenden Verschleißes von Stahlschienen wegen Bruch oder Abnutzung und zufolge der von verschiedenen Seiten lautbar gewordenen Klagen, daß die russischen Fabriken durch die ministeriellen Vorschriften gezwungen seien, ihre Stahlschienen aus allzu weichem Material herzustellen.

Da die Ursachen dieser Klagen ohne weitläufige Untersuchungen des gebrauchten Eisenbahnmateri- als und der Betriebsergebnisse nicht wohl zu beurtheilen waren, so unternahm es der kaiserlich russische techn. Verein, von sich aus die mechanische und chemische Untersuchung der gebrauchten Stahlschienen und Bandagen auszuführen, wozu von den Eisenbahnverwaltungen das Material mit möglichst ausführlichen Berichten über die an demselben gemachten Beobachtungen, die Dienstdauer und Verkehrslast geliefert werden sollte.

Der Verein der Eisenbahnverwaltungen bewilligte, nach Zustimmung des Herrn Wegebauaministers, die für diese Untersuchungen nöthigen Geldausgaben, und die obengenannte ministerielle Commission von 1884 beschloß, die geplante Revision der technischen Lieferungsbedingungen bis zur Beendigung der erwähnten Untersuchungen zu vertagen.

Der kaiserl. technische Verein erwählte eine Commission, bestehend aus den Ingenieuren Werchowsky (Vorstand), Beck-Gergard, Beletubsky, Hübschmann, Kirpitscheff, Jossa, Nicolai, Schulatschenko und Anitschkoff (Schriftführer); auch andere Herren wurden zeitweise als Spezialisten oder als Repräsentanten der Stahlwerke eingeladen. Diese Commission hat nun mit dem von den Eisenbahnen gelieferten Material folgende 3 Untersuchungen veranstaltet:

- a) Die ministeriellen Biege- und Schlagproben (mit Einfrieren im letzteren Fall), ausgeführt in der Putiloff'schen Fabrik unter Leitung von Beck-Gergard und Anitschkoff;
- b) Zerreiß- und Torsions-Versuche, ausgeführt im mechanischen Laboratorium des Wegebau-Instituts, unter Leitung von N. Beletubsky, mit Bestimmung der Zugfestigkeit, Dehnung und Contraction bei den Zerreiß- und der Arbeitsdiagramme bei den Torsionsversuchen; erstere Bestimmungen wurden auf der Werderschen Maschine, letztere mit dem Torsionsapparate von Thurston ermittelt;
- c) chemische Analyse zur quantitativen Bestimmung des Gehalts an Kohlenstoff, Mangan, Silicium, Phosphor, auch Chrom und Kupfer, ausgeführt in dem Laboratorium des Finanzministeriums unter Leitung von Jossa.

Im ganzen wurden 107 Schienen und 58 Radreifen der Untersuchung unterzogen, die derart aus dem gesammten, von den Eisenbahnverwaltungen gelieferten Material ausgewählt waren, daß von jedem Stück genaue Nachrichten über die Betriebseinflüsse bekannt waren, also für Schienen: die Verkehrslast, Ursache der Abnutzung, Lage in der Bahnstrecke, Dienstdauer u. s. w.; für Radreifen: Verkehrslast und Größe der Abnutzung bis zum ersten Abdrehen, sowie bis zur Aufserdienststellung, mit Angabe der Ursache der letzteren (Bruch oder Abnutzung bis zur Grenzdicke).

Die Resultate der von der Commission ausgeführten Untersuchungen wurden zusammengestellt in besonderen Tabellen für Schienen, und solchen für Radreifen; zur Uebersicht wurden auch noch graphische Darstellungen dieser Tabellen angefertigt, wobei

die Abscissenachse in ebensoviel gleiche Theile getheilt wurde, als Probestücke vorhanden waren. Man ordnete dann die Schienen und Bandagen nach dem Grade je eines der zu untersuchenden Elemente, schrieb die ursprünglichen Nummern der Probestücke in den so gewonnenen Reihenfolgen an die Theilpunkte der Abscissen an und trug die gefundenen Elemente als Ordinaten hierzu auf, wobei in verschiedene Gruppen getrennt wurde, um die Uebersichtlichkeit zu wahren. Zum Beispiel wurden für Schienen folgende graphische Tabellen gezeichnet:

- a) Geordnet nach der Größe der über die Schienen bewegten Verkehrslasten bis zur Aufserdienststellung;
- b) nach der bleibenden Durchbiegung beim ersten Schlag des Rammhärens;
- c) nach der Zugfestigkeit R (in kg pro m^2);
- d) nach dem Product der Zugfestigkeit mit der relativen Dehnung i beim Bruche ($R \cdot i$);
- e) nach der Summe aus Zugfestigkeit R und Querschnittscontraction c , also nach $(R + c)$;
- f) nach der Arbeitscapacität bei der Torsionsfestigkeit;
- g) nach dem Gehalt an Kohlenstoff C in %;
- h) " " " " Mangan Mn in %;
- k) " " " " der Summe der Procentgehalte an Silicium und Phosphor ($Si + P$).

Es war keine leichte Aufgabe, aus den so erhaltenen Versuchsergebnissen sichere Schlüsse auf die Größe des Einflusses der betreffenden Elemente zu ziehen; es mußten dabei alle diejenigen Probestücke ausgeschieden werden, welche offenbare Störungen zeigten. Eine bedeutende Arbeitslast lag hierbei auf dem Vorstand der Commission, Ingenieur Werchowsky, beim Sammeln des Materials und Ueberwachen der Ausführung der Beschlüsse.

Aus den Versuchen ergeben sich nun folgende Resultate als wahrscheinlich:

1. Die besten Schienen haben einen gewissen Härtegrad, der denjenigen von untauglichen brüchigen Schienen übersteigt. Harte Schienen sind nicht nothwendig auch brüchig;
2. die besten Schienen geben kleinere Durchbiegungen beim ersten Schlag des Fallhärens (25 bis 29 mm), größere Zugfestigkeit (im Mittel 65 $\text{kg pro Millimeter}^2$), kleinere Dehnung (ca. 19%) und kleinere Contraction (35 bis 40%);
3. beste Schienen enthalten mehr Kohlenstoff (0,28%), mehr Mangan (0,67%), als brüchige Schienen, und weniger Mangan als abgenutzte Schienen.

Man bemerkt ferner, daß ein gewisses Verhältniß zwischen Mangan und Kohlenstoff in obigen Schienensorten von Vortheil ist, ebenso ist das Verhältniß zwischen Silicium und Phosphor bemerkenswerth.

Dabei ist aber zu bedenken, daß die Untersuchung des technischen Vereins mit Probestücken ausgeführt wurden, die von 40 verschiedenen Bahnen stammten und unter sehr verschiedenartigen Betriebsverhältnissen gestanden hatten; z. B. erstreckte sich die Dienstdauer von mehreren Monaten bis zu 10 Jahren, die über die Schienen bewegte Last von wenigen Tonnen bis zu 20 Millionen Tonnen. Die Schienen waren von einer großen Anzahl russischer und ausländischer (deutscher, englischer und französischer) Walzwerke bezogen; nur in dem letzten Jahrzehnt wurden fast von allen Bahnen ausschließlich Schienen inländischer Fabrication bezogen und deshalb zeigten auch die Probestücke äußerst verschiedenartige Herstellungsweise und chemische Bestandtheile, während für die Zukunft durch die Fortschritte in der Stahlindustrie weit mehr Einheitlichkeit zu erwarten ist.

Deshalb bemerkt man auch bei den Schienen und Radreifen sehr verschiedenen Gehalt an Silicium + Phosphor, sowohl bei den besten als den schlech-