Knickfragen

Autor(en): **Mantel, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **25/26 (1895)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-19222

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Knickfragen. II. Schluss. — Die neue Kirche in Enge-Zürich. II. — Die elektrische Strassenbahn mit Accumulatorenbetrieb in Hagen i. W. — Miscellanea: Explosion von 27 Dampfkesseln. Ein neuer Meteorograph von aussergewöhnlich langem Gang. Neues Leuchtgas. Restauration des Münsters zu Bern. Einsturz einer Brücke. Schweizerische Nordostbahn. Besetzung des Lehrstuhls für Physik an der Berliner Hochschule. — Konkurrenzen: Anlage eines Stauwehrs beim Einlauf des Gewerbekanals in Aarau. Kornhausbrücke in Bern. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittelung.

Hierzu eine Tafel: Neue Kirche in Enge-Zürich. Vorhalle.

Knickfragen.

Von *G. Mantel*, Ingenieur.

II. (Schluss.)

Sehen wir nun zu, was die gewonnenen Formeln uns lehren. In erster Linie können wir sie noch etwas anders schreiben, z. B. für (1)

$$P = \frac{\pi^2 E J_1}{l^2} + \frac{\pi^2 E J_2}{l^2} + Z,$$

woraus sich die leicht zu merkende Regel ergiebt, dass die Knickkraft einer Druckstrebe, die mit beliebig vielen sie kreuzenden, gleich langen Zugbändern vernietet ist, gleich ist der Knickfestigkeit der Druckstrebe allein, mehr der Knickkraft einer Zugstrebe, mehr der in dieser wirkenden Zugkraft Z. Hieraus geht ohne Weiteres hervor, dass die Knickfestigkeit der Zugstreben von ebenso grossem Einfluss auf die Tragkraft der Druckstreben ist, wie die Knickfestigkeit dieser selbst, dass es also beim Netzwerk ohne Pfosten von grossem Vorteil ist, die Bänder steif auszubilden.

Eine zahlenmässige Abschätzung wird möglich, wenn wir über Z eine Annahme machen. Gesetzt die infolge der Belastung in der Druckstrebe herrschende Kraft sei D, so müssen wir den Stab so dimensionieren, dass bei einer vorgeschriebenen vierfachen Sicherheit gegen Knicken $P = 4\,D$ ist, oder wenn wir in erster Annäherung $D = Z$ setzen, $P = 4\,Z$, d. h. $Z = \frac{P}{4}$, woraus folgt

$$\frac{3}{4} P = \frac{\pi^2 E}{l^2} (J_1 + J_2), \qquad P = \frac{4}{3} \frac{\pi^2 E}{l^2} (J_1 + J_2)$$

und

$$\mu = \sqrt{\frac{3}{4}} \sqrt{\frac{J_1}{J_1 + J_2}} = 0{,}866 \sqrt{\frac{J_1}{J_1 + J_2}}$$

Für bandförmige Zugstreben mit J_2 nahe $= 0$ ist $\mu = 0{,}866$, für Zugstreben mit gleichem Trägheitsmoment wie die Druckstreben, $J_1 = J_2$ ist $\mu = 0{,}61$, die einzuführende Knicklänge für die Querschnittsermittlung also im ersten Fall $= 0{,}866\,l$, im zweiten $= 0{,}61\,l$, oder es ist im zweiten Fall an Knicklänge 42 % gewonnen. Die Knicklänge von $0{,}61\,l$ kommt in Betracht, sowohl wenn beide Strebenscharen aus Profileisen, als auch wenn sie aus Bändern gebildet sind, wie beim sog. Gitterwerk der ältern Brücken; diese sind also günstiger gestellt bezgl. der Knicklängen als neuere Brücken mit steifen Druck- und schlaffen Zugstreben. Da der Trägheitsradius von Bändern mit der Dicke $d = 0{,}29\,d$ ist, von ⌊⌋ und ⊥ Eisen aber etwa dreimal so gross, wenigstens im Geltungsbereich der Eulerschen Knickformel, die Tragkraft dieser also etwa zehnmal grösser ist als diejenige von Bändern gleicher Fläche, so kehrt sich freilich das Verhältnis der Tragfähigkeit schliesslich weitaus zu Gunsten der Verwendung profilierter Eisen für Druckstäbe und ist also die Verwendung von Gitterträgern mit Recht als Verschwendung aufgegeben worden.

Die Frage, ob wenige oder viele Strebensysteme vorteilhafter seien, beantwortet sich aus Gleichung (1a).

Für $J_1 = J_2 = J$ ist

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{2 + \frac{Z}{J} \cdot \frac{l^2}{E \pi^2}}}$$

Unter im übrigen gleichen Verhältnissen wird also die Knicklänge mit wachsendem Wert des Bruches $\frac{Z}{J}$ kleiner. Z nimmt proportional der Vermehrung der Systeme ab, J dagegen wesentlich rascher, so dass die Theorie zu Gunsten der Vermehrung der Strebensysteme sprechen würde. Da aber mit derselben auch die Materialverluste infolge der Unmöglichkeit ganz genauer Anpassung der Querschnitte an die Kräfte u. s. w. wachsen, so wird es in jedem Fall ratsam sein, eine ausführliche Vergleichung der aufzuwendenden Gewichte anzustellen, um sicher zu gehen.

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die beiden Strebenscharen nicht mehr gleiche Neigung besitzen, also z. B. bei den Systemen mit vertikalen Pfosten und geneigten Zugbändern. Hier wird die Tragkraft der erstern

$$P = \frac{\pi^2 E J_1}{l^2} + \frac{\pi^2 E}{l^2} \frac{J_2}{m^3} + \frac{Z}{m},$$

d. h. das Trägheitsmoment der Zugbänder kommt nicht mehr in vollem Masse der Tragkraft der Pfosten zu gut, sondern nur in dem reducierten Verhältnis von $\frac{J_2}{m^3}$. Für den Fall, dass die Bänder unter 45^0 geneigt sind, ist $m = 1{,}42$, also $\frac{J_2}{m^3} = \frac{J_2}{2{,}8} = 0{,}36\,J_2$, das Trägheitsmoment der Bänder kommt für die Tragkraft der Pfosten nur mit 36 % zur Wirkung.

Es erscheint also bei diesem System viel eher gerechtfertigt, die Zugstreben aus Bändern zu bilden, wie das in der That so oft geschieht. Für richtig dimensionierte Pfosten wird ähnlich wie im vorigen Fall mit $Z = \frac{1}{4} P \cdot m$

$$P = \frac{4}{3} \frac{\pi^2 E}{l^2} \left(J_1 + \frac{J_2}{m^3} \right) \text{ und } \mu = 0{,}866 \sqrt{\frac{J_1}{J_1 + \frac{J_2}{m^3}}}$$

Auch hier lassen sich Schlussfolgerungen wie vorher ziehen, doch soll das dem Leser überlassen bleiben, der sich für diese Fragen interessiert.

Auch die Frage nach den Folgen der einseitigen Befestigung der unsymmetrischen Stäbe an die Gurtstehbleche, die bei mehrfachen Systemen und bei ausschliesslicher Verwendung von profilierten Eisenquerschnitten notwendig wird und wodurch die Ergebnisse obiger Formeln infolge Auftretens von Zusatzspannungen modifiziert werden, muss hier unerörtert bleiben, da die grössere oder geringere Querversteifung der Brücke in jedem einzelnen Fall mitberücksichtigt werden muss. Abgesehen von diesem Umstand kann gesagt werden, dass in der Wirklichkeit die Verhältnisse etwas günstiger liegen werden, als sie die Formeln erscheinen lassen, da die Streben sowohl unter sich als mit den Gurtungen nicht drehbar befestigt, sondern fest vernietet sind. Infolge dessen sind die Stabenden etwas eingespannt und erfahren ferner alle Stäbe gleichzeitig mit ihrer Ausbiegung eine kleine Torsion. Wie gross der Einfluss dieser Umstände ist, lässt sich kaum abschätzen; es dürfte bei höhern Tragwänden der Einfluss der Einspannung, bei niedrigen derjenige der Torsion verschwinden.

Es muss in hohem Grad als wünschenswert bezeichnet werden, dass die Formeln des Herrn Jasinski an einigen Beispielen experimentell erprobt werden, sei es durch Laboratoriumsversuche an kleinern Modellen, sei es an ausser Dienst gesetzten Brücken. Wie weit der erstere Wunsch bei den erheblichen Kosten realisierbar ist, muss die Zukunft lehren; in letzterer Hinsicht trifft es sich sehr günstig, dass der von den schweiz. Bahnverwaltungen mit Unterstützung des technischen Inspektorates in Aussicht genommene Bruchversuch an der auszuschaltenden Brücke in Mumpf Gelegenheit zur Prüfung der Formeln geben wird. In der That wurde diese Brücke mit vierfachem Strebensystem zur Vornahme eines Versuches in Aussicht genommen, um in erster Linie über die Tragfähigkeit solcher Strebensysteme Aufschluss zu erhalten. (Siehe Fig. 5 auf folgender Seite.)

Beispielsweise sollen die gegebenen Formeln benutzt werden, um die notwendige Bruchbelastung dieser Brücke zu berechnen, unter der Voraussetzung, dass die Streben des kleineren Profils, welches für die mittleren vier Felder benutzt wurde, im vierten Feld vom Auflager aus zum Bruch

gebracht werden sollen. Es wären dann sechs Felder vom andern Auflager aus zu belasten und würde angenähert die Zug- und Druckkraft in den Streben an der genannten Stelle betragen

$$Z = D = 5{,}04\ p \cdot \frac{4{,}2}{3{,}1} \cdot \frac{1}{4} = 1{,}71\ p',$$

wo p die Belastung einer Tragwand pro lfd. m bedeutet. Die Abmessungen der Streben und Bänder sind die folgenden:

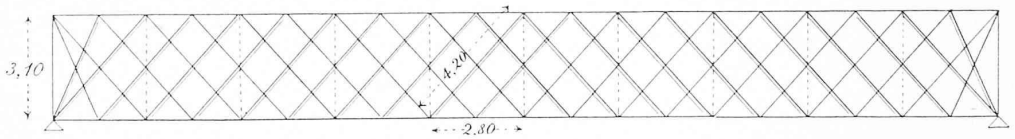
	Profil	F brutto	F netto	J	i
Druckstreben	$\sqsubset\sqsupset \frac{100}{8} \cdot \frac{40}{9}$	13,64 cm^2	11,8 cm^2	18,5 cm^4	1,16 cm
Zugbänder	$— \frac{100}{14}$	14,00 „	10,78 „	2,3 „	0,4 „

Es ist dies auffallend wenig gegenüber einer Bruchbelastung von 25^t (oder noch mehr, wenn die Bänder dichter liegen würden) wie wir sie vorher ausgerechnet haben. Der grosse Unterschied rührt daher, dass wir in der Gleichung

$$P = \frac{\pi^2 E}{l^2}(J_1 + J_2) + Z$$

mit dem Wert von Z an eine obere Grenze gesetzlich gebunden sind, die beim vierten Teil der Zerreissfestigkeit liegt. Die Tragkraft der Druckstrebe wächst, wie wir sahen mit der Belastung, aber eben mit dieser Belastung darf nicht über die Grenze gegangen werden, welche durch die zulässige Spannung in der Zugstrebe vorgeschrieben ist und von dem

Fig. 5. **Tragwand der Brücke bei Mumpf.**



Masstab 1 : 200.

Die Tragkraft der Druckstreben ergiebt sich somit zu

$$P = \frac{\pi^2 E(J_1 + J_2)}{l^2} + Z = \frac{20\,000}{390^2}(18{,}5 + 2{,}3) + 1{,}71\ p =$$
$$= 2{,}75^t + 1{,}71\ p^t$$

π^2 zu 10 und die Strebenlänge der Einspannung wegen etwas abgemindert zu 390 cm angenommen. Den grössten Wert würde P offenbar erreichen für den möglichen Maximalwert von $Z = 1{,}71\ p$, welcher durch die Tragkraft der Zugstrebe gegeben ist und etwa zu $3{,}5 \cdot 10{,}78 = 37{,}7^t$ angesetzt werden kann. Dann wird die Knickkraft für die Druckstreben

$$P = 2{,}75 + 37{,}7 = 40{,}45^t.$$

Dieser Wert könnte aber nur Gültigkeit besitzen, wenn er kleiner wäre, als die Tragkraft des Stabes zwischen den einzelnen Kreuzungsstellen und diese beträgt

$$P' = \left(3 - 0{,}013\ \frac{l}{i}\right) F = \left(3 - 0{,}013\ \frac{105}{1{,}16}\right) 13{,}64 = 25^t$$

Es käme also beim Bruch nicht die Tragfähigkeit der ganzen Strebe, sondern nur diejenige des zwischen zwei Kreuzungsstellen gelegenen Teils in Frage.

Dies Resultat hat allgemeine Gültigkeit für diese mehrfachen Strebensysteme, denn wie schon aus der Formel

$$P = \frac{\pi^2 E}{l^2}(J_1 + J_2) + Z$$

hervorgeht, ist P immer grösser als Z und wenn wir dieses wachsen lassen können, wächst P bis zu der Grenze, welche durch die Tragfähigkeit des Stabes zwischen den Kreuzungsstellen gegeben ist. Würden die Zugbänder dicht an einander liegen, so wäre ein Knicken der Druckstreben nicht möglich, sie müssten durch reinen Druck zerstört werden.

Die Bruchbelastung wird $p = \frac{25 - 2{,}75}{1{,}71} = 13\ ^t/_m$ für eine Tragwand, immer vorausgesetzt natürlich, dass nicht ein anderes Glied der Brücke schon bei geringerer Belastung zerstört wird.

Selbstverständlich erleiden diese Schlussfolgerungen in der Wirklichkeit Einschränkungen einerseits durch den Umstand, dass die gegebenen Formeln für $Z > \frac{1}{2} P$ gegen früher weniger genau werden, wenn die Reaktionen zwischen Zug- und Druckstreben nicht stetig über letztere verteilt sind und anderseits, weil nach Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze die aufgestellten Beziehungen wohl nicht mehr strenge Gültigkeit besitzen werden.

Wird nach der unter normalen Verhältnissen zulässigen Beanspruchung der Strecke gefragt, so kommt die zulässige Spannung im Zugband in Frage; diese beträgt etwa 10^t, daher die Tragkraft der Strebe bei vierfacher Sicherheit

$$\frac{P}{4} = (2{,}75 + 10)\ \frac{1}{4} = 3{,}2^t.$$

Zusatz-Betrag zur Tragkraft der Druckstrebe, welche von der Mitarbeit der Zugstreben herrührt, darf natürlich auch wieder nur der vierte Teil in Rechnung gezogen werden, wenn man nach allen Seiten hin gleichmässige vierfache Sicherheit verlangt. Uebrigens sei noch bemerkt, dass der Einfluss von Z durchaus nicht immer eine so wesentliche Rolle spielt, wie es hier der Fall ist, es ist dies gegenteils nur so, wenn Druckstreben und auch Zugstreben ein sehr geringes Eigen-Tragvermögen, sehr geringe Trägheitsmomente besitzen.

Nach den gemachten Ausführungen ist es klar, dass streng unterschieden werden muss zwischen der Knickkraft eines Stabes, im Fall die Zugkraft in den kreuzenden Streben einen bestimmten Wert nicht überschreitet, oder aber im Fall, die Zugkraft mit den äussern Kräften wächst. Die Druckstreben in unsern Brücken befinden sich im letztern Fall, und da die auftretenden Kräfte in den Zug- und Druckstreben an derselben Stelle einer Brücke ungefähr und angenähert die nämlichen sind, so arbeiten sowohl unter normalen Verhältnissen, als auch beim wirklich auftretenden Bruch, die Druckstreben mehrfacher Systeme nur für die Entfernung der Kreuzungsstellen auf Knicken. Wenn die Dimensionierung der Druckstreben dennoch die Knickgefahr der Strebe mit ganzer Länge in Berücksichtigung ziehen muss, so rührt das, wie schon angedeutet, daher, dass die Zugkräfte in den kreuzenden Streben nur zu einem Viertel in Rechnung gezogen werden dürfen, wenn man auch diesem Einfluss gegenüber die vierfache Sicherheit verlangt, wie allen übrigen die Tragfähigkeit des Bauwerkes bedingenden Faktoren. Dass damit ein gewisser Widerspruch zwischen den Verhältnissen, unter denen die Streben wirklich arbeiten und nach welchen wir sie rechnen, vorhanden ist, kann nicht geläugnet werden, aber es scheint mir gerade ein Verdienst der wiedergegebenen Untersuchung zu sein, dass sie uns einen tiefern Einblick in die Verhältnisse gestattet, unter welchen die Druckstreben mehrfacher Systeme als organischer Teil des ganzen Bauwerkes stehen; und dass diese Verhältnisse komplizierterer Natur sind als für Druckstreben einfacher Systeme, ist nicht überraschend.

Es kann schliesslich noch die Frage aufgeworfen werden, ob die abgeleiteten Beziehungen auch noch Gültigkeit besitzen, wenn die Knickkraft der freien Streben nicht mehr nach der Eulerschen Formel sich bemessen würde, d. h. wenn das Verhältnis $\frac{l}{i}$ unter der Grenze von etwa 110 liegen würde. Jasinski ist dieser Ansicht; ohne für alle Fälle der Knickfestigkeit, die er theoretisch behandelt — auf einige weitere derselben gedenke ich ein nächstes Mal einzutreten — den strengen Beweis ihrer allgemeinen Gültigkeit auch für dasjenige Gebiet der Knickerscheinungen geben zu können, in welchem die geringste Formänderung

schon von Ueberschreitungen der Elasticitätsgrenze begleitet ist, hält er dieselbe für eine einfache Folge des Umstandes, dass auch hier die Knickkraft als Funktion des Verhältnisses $\frac{l}{i}$ ausgedrückt werden kann.

In der That erscheint es logisch, im Ausdruck

$$P = \frac{\pi^2 E J_1}{l^2} + \frac{\pi^2 E J_2}{l^2} + Z$$

die ersten beiden Teile rechts allgemein, d. h. in beiden Gebieten der Knickerscheinungen gültig anzunehmen und nur der Wert von Z könnte vielleicht angezweifelt werden, weil die dem Bruch vorangehende oder ihn begleitende Stabdeformation in beiden Knickgebieten eine verschiedene sein kann, also auch die Verteilung der Aktionen und Reaktionen zwischen Zug- und Druckstreben. Aus der Ableitung der Formel geht aber hervor, dass die Funktion, nach welcher sich diese Kräfte über die Stablänge verteilen, gar nicht bekannt zu sein braucht, d. h. ohne Einfluss auf das Resultat ist, und angenäherte Rechnungen ergeben mir das nämliche. Ob z. B. die Kraft konstant oder mit der Entfernung von der Mitte wachsend angenommen werde, immer bleibt die Knickkraft $P = K_1 + K_2 + Z$, unter K_1 und K_2 die Einzelknickkräfte der Druck- und Zugstäbe verstanden, die für sich natürlich wieder wachsen, wenn infolge spezieller Verteilung der Beeinflussung zwischen Zug- und Druckstreben die letztern sich in der Weise verbiegen, dass sie zwischen ihren Endpunkten mehr als eine halbe Wellenlänge der einfachen Knickkurve einschliessen.

Die neue Kirche in Enge-Zürich.

Architekt: Prof. *Friedrich Bluntschli* in Zürich.

(Mit einer Lichtdruck-Tafel.)

II.

Als weitere Folge unserer Darstellung legen wir der heutigen Nummer die Seitenansicht der Vorhalle vor dem Haupteingang der Kirche bei.

Die elektrische Strassenbahn mit Accumulatorenbetrieb in Hagen i. W.

Versuche, den elektrischen Strassenbahnbetrieb mit Accumulatoren an Stelle des bisher allgemein üblichen Zuleitungssystems einzuführen, sind innerhalb der letzten 15 Jahre von elektrotechnischen Firmen und Trambahngesellschaften fast ebenso häufig als erfolglos unternommen worden. Die vereinzelten Fälle, wo relativ günstige Ergebnisse verzeichnet werden konnten, wie auf den bekannten Pariser Linien und auf der New-Yorker Linie der Strassenbahngesellschaft der zweiten Avenue, waren aus verschiedenen Gründen nicht geeignet, ein abschliessendes Urteil über die Anwendung von Accumulatoren im Strassenbahnbetrieb zu gestatten. Ueberdies liess die ganze Art des Betriebs an Einfachheit doch noch viel zu wünschen übrig. So konnte es nicht Wunder nehmen, dass viele Techniker sich fast daran gewöhnt hatten, die Idee der Verwertung von Accumulatoren für Traktionszwecke als einen überwundenen Standpunkt gegenüber dem System der oberirdischen Zuleitung anzusehen. Anderseits drängte doch die Erkenntnis der vielen Vorteile eines rationell angelegten Accumulatorenbetriebes dazu, den Versuch einer Lösung des Problems immer wieder von neuem aufzunehmen. Konzessionen an ein allgemein verbreitetes Vorurteil gegen die Anlage von Kontaktdrähten in centralen, belebten Stadtgebieten, ferner die Anerkennung gewisser daraus resultierender Störungen im Telephonverkehr sprechen für den Accumulatorenbetrieb in erster Linie; denn das System der unterirdischen Stromleitung kommt grösstenteils wegen der damit verbundenen technischen Schwierigkeiten und hohen Kosten der Anlage kaum in Frage. Zu diesen Gesichtspunkten gesellt sich die Bedeutung des Accumulatorenbetriebs für diejenigen Strassenbahngesellschaften mit weitläufigen Strecken, die eine Umwandlung des Pferdebetriebs in den elektrischen Betrieb vornehmen wollen, indem der Accumulatorenbetrieb kostspielige Aenderungen in der Bahn selbst nicht erfordert. Schliesslich würde die Anwendbarkeit von Accumulatoren insofern auf den Konsum elektrischer Energie günstig rückwirken, als die Elektricitätswerke ohne Vergrösserung ihrer maschinellen Anlagen für die während des Tages zu Beleuchtungszwecken wenig in Anspruch genommene Energie ein neues Absatzgebiet gewinnen und damit in die Lage kommen, den Strom im allgemeinen wesentlich billiger abzugeben. Angesichts einer so weitreichenden Perspektive, die sich bei der Gewinnung elektromotorischer Kraft zu Traktionszwecken aus Sammlern ergiebt, ist es begreiflich, dass der Gedanke einer Verwirklichung des Accumulatorenbetriebs die interessierten Fachkreise heute lebhafter als je beschäftigt.

Die dahingehenden Versuche scheinen nun mit der am 7. ds. erfolgten Eröffnung der durch Accumulatoren betriebenen elektrischen Strassenbahn in Hagen i. W. in ein neues, bemerkenswertes Stadium gelangt zu sein. Die Accumulatorenfabrik-Aktiengesellschaft in Hagen, die auch gegenwärtig in Wien interessante Versuche mit durch Sammler betriebenen Trambahnwagen anstellt, verwendet dort wie in Hagen die bekannten Waddel-Entz Accumulatoren, wie solche in Amerika vor kurzer Zeit zum ersten Mal hergestellt und auch bei der vorerwähnten New-Yorker Trambahnlinie Verwendung gefunden haben. Es sind abweichend von den gewöhnlich benutzten Blei-Accumulatoren, Zink-Kupfer-Accumulatoren, deren Gewichte sich zu einander verhalten sollen wie 1 : 0,55 mit einer alkalischen Zinklösung bezw. Kalilauge als Elektrolyt. Der Kupfer-Zink-Accumulator besteht aus einer porösen, positiven Kupferplatte, welche mit isolierender Baumwolle umhüllt ist und einer als negativer Pol dienenden blanken Stahlplatte. Diese Elektroden werden in der üblichen Anordnung zusammengestellt und in den aus bezeichneter Lösung bestehenden Elektrolyt eingesetzt. Das Elementgefäss ist aus dünnem Stahlblech angefertigt. Beim Laden wird das Kupfer der positiven Elektroden oxydiert, während sich auf der negativen Stahlplatte das im Elektrolyt enthaltene Zink niederschlägt. Bei der Entladung wird das gebildete Kupferoxyd wieder reduziert und das auf den negativen Elektroden sich bildende Zinkoxyd in dem Elektrolyt aufgelöst, so dass die negativen Stahl-Elektroden wieder blank werden. Der neue Accumulator hat sich auf der New-Yorker Strecke der 2 Avenue R. R. Co., wo neun Wagen mit Kupfer-Zink-Accumulatoren über ein Jahr dauernd ohne irgendwelche Störungen in Betrieb sind, gut bewährt.

Die Bedeutung jener in Wien und Hagen zur Anwendung gebrachten, neuartigen Accumulatoren gipfelt im Gegensatze zu den Blei-Accumulatoren darin, dass sie eine sehr bedeutende Entladestromstärke besitzen, und mit einer entsprechenden Stromstärke ausgenützt werden können, ohne dadurch an Haltbarkeit und elektromotorischer Kraft eine empfindliche Einbusse zu erleiden. So können mit diesen Accumulatoren starke Steigungen bewältigt werden, ohne das Nettogewicht des Wagens durch sehr grosse Batterien zu beschweren und anderseits den Accumulator in seinem Bestande und seiner Lebensdauer wesentlich zu gefährden. Allerdings ist die Füllung eine unbequem komplizierte, indem bei der Ladung der Accumulatoren die Füllflüssigkeit durch Erwärmungen in Cirkulation gesetzt werden muss, damit ein gleichmässiger Niederschlag auf den Platten erfolge.

Die Probe- und Eröffnungsfahrt auf der mit zahlreichen Kurven und Steigungen versehenen Strecke in Hagen i. W. vollzog sich nach einem Bericht der El. Zeitschrift, dem wir in nachstehendem folgen, in bester Weise, obgleich wegen der ungünstigen Geleisebeschaffenheit und Witterung die Geschwindigkeit kaum mehr als 8—9 *km* in der Stunde erreichte. Die normale Geschwindigkeit, mit welcher die bis jetzt fertiggestellte, 3,125 *km* lange Strecke durchlaufen werden soll, ist auf 12 *km* in der Stunde festgesetzt. Die