

lator wohl beide Steuerkolben der Servomotoren so verstellt werden, daß etwa 2 Sekunden später bereits die Schneiden  $s$  der neuen Belastung entsprechend eingestellt sind, während die im Interesse des sparsamen Wasserverbrauches erforderliche Veränderung des Düsenquerschnittes erst in etwa 2 Minuten beendet ist, um schädliche Ueberdrücke in der Rohrleitung zu vermeiden. (Pfarr.) (Zeitschr. d. Vereines deutscher Ingenieure, 1908, S. 1224 bis 1229.) H.

### Zahnräder für schweren elektrischen Betrieb.

Die hohen Beanspruchungen, denen die Zahnradvorgelege bei schwerem elektrischen Betriebe ausgesetzt sind, haben eine große Abnutzung zur Folge, so daß der Ersatz dieser Zahnräder einen wesentlichen Anteil an den Betriebskosten ausmacht. Zur Verringerung dieser Kosten liefert die *General Electric Company* große zweiteilige Zahnräder, bei denen eine Bandage aus geschmiedetem Stahl, in die die Zähne eingeschnitten sind, mit einem Druck von 200 t auf ein Gußstahlrad aufgepreßt ist. Derartige Räder sind seit drei Jahren bei zahlreichen Bahnen in Amerika in Verwendung.

Neuerdings fertigt die genannte Gesellschaft auch ein besonderes kleines Zahnrad für die Vorgelege an, das sie aus einem Stahl hergestellt hat, dessen Zusammensetzung leider nicht mitgeteilt wird, und bei dessen Härtung sie darauf besonders achtet, daß weder ein Verziehen noch innere Spannungen durch ungleiche Abkühlungen auftreten können. Während bisher drei kleine Zahnräder zusammen dieselbe Lebensdauer hatten wie ein großes Zahnrad, nutzt das neue kleine Zahnrad sich genau ebenso schnell wie das große ab. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß dies auch eine Vergrößerung der Lebensdauer des großen Zahnrades zur Folge hat, da bisher bei dem Zusammenarbeiten mit den abgenutzten kleinen Zahnrädern kurz vor dem Auswechseln und durch das Einlaufen mit den neuen Zahnrädern ein vergrößerter Verschleiß verbunden war. (Electric Railway Journal 1908, B. II, S. 483.) Pr.

### Elektrische Schleppschiffahrt auf Kanälen.

Zur Feststellung der Kraft, welche nötig ist Schleppzüge aus 1—4 Booten mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu befördern, und zum Vergleich der Arbeitsweise von Schlepplokomotiven, die in der üblichen Weise mit vier Rädern auf einem Schienenpaar und solchen, die auf einem einzigen entsprechend gelagerten Doppel-T-Eisen laufen, sind auf dem Lehigh-Kanal in Pensilvanien Versuche angestellt worden, die zugleich über die günstigste Geschwindigkeit, die vorteilhafteste Länge des Schleppseiles und den Energieverbrauch Aufschluß geben sollten. Hierzu war auf etwa 3,1 km Länge neben dem Kanal mit Schienen von 20 kg/m Gewicht ein Gleis von 1065 mm Spurweite verlegt. Die Gleislage war jedoch uneben und schlecht. Die zu den Versuchen verwendeten vier-rädrigen Lokomotiven wogen betriebsfertig 7,25 t. Die Radsätze, deren Entfernung voneinander 1120 mm betrug und die Laufräder von 710 mm Durchmesser besaßen, wurden durch zwei 28 PS Gleichstrommotoren mittels einfacher Zahnradvorgelege mit der Uebersetzung 69 zu 15 angetrieben. Die Spannung an dem zur Stromzuführung dienenden Fahrdrabt betrug normal 500 Volt; sie konnte geändert werden, um verschiedene Fahrgeschwindigkeiten zu erhalten.

Neben einem weiteren 3,1 km langen Stück des Kanals ist ein 250 mm hoher Doppel-T-Träger von 37,5 kg/m Gewicht in Abständen von 5,5 m auf 1200 mm hohen, im Boden einbetonierten Stützen gelagert. Die auf diesem Gleise neben zwei amerikanischen Lokomotiven vorhandene französische Lokomotive, die wegen ihrer besseren Bauart und Herstellung allein zu den Versuchen verwendet wurde, besaß einen 25 PS gekapselten Motor, der mit der Uebersetzung 3,4 zu 1 die beiden 1065 mm voneinander entfernten Laufräder von 286 mm Durchmesser antrieb. Den Laufrädern gegenüber waren Druckrollen angeordnet, die auf der Unterseite der Fahr-schiene liefen und mittels einer Hebelübersetzung mit dem 4,7fachen des am Schleppseil wirkenden Zuges an die Fahr-schiene angepreßt wurden. Zu den Versuchen wurde ferner eine ähnlich gebaute 1,56 t schwere Lokomotive verwendet, die mit einem 15 PS-Motor ausgerüstet war und gleichfalls aus Frankreich stammte. Für diese Maschine war ein besonderes 365 m langes, aus einem 180 mm hohen Doppel-T-Eisen bestehendes Gleis hergestellt.

Zu den Versuchen wurden vier Boote von 26,5 m Länge, 3,2 m Breite und 1,53 m Tiefgang verwendet, die beladen etwa 137 t und leer etwa 24 t wogen. Das Schleppseil war bei den Versuchen etwa 60 m lang. An 2 Booten war die sogenannte *Erie-Steuerung* angebracht. Bei dieser Anordnung ist ein Punkt in der Spitze des Fahrzeuges mittels je eines Seiles mit zwei etwa 1,3 m voneinander entfernten Punkten am Heck des vorderen Fahrzeuges verbunden. Außerdem laufen von zwei etwa 2 m hinter der Spitze liegenden Punkten am Fahrzeugrande parallel zwei Seile zu dem vorderen Fahrzeug, auf dem sie über Rollen zu einer mitschiffs angeordneten Winde mit doppelten Trommeln und gemeinsamen Antriebe führen. Je nachdem das eine Seil auf eine Trommel auf- und von der anderen Trommel abgewickelt wird, findet eine Schrägstellung des hinteren Bootes statt, so daß es als Steuerruder für das vordere wirkt. Durch diese Anordnung wird eine Ersparnis an Zugkraft in Höhe von etwa 8 v. H. erzielt.

Als angenäherter Wert für die in der Fahr-richtung durch das Seil auszuübende Zugkraft ergab sich angenähert der Wert  $2,6 v^2 p$  für beladene Boote und für leere Boote  $3,87 v^2 p$ , wo  $v$  die Geschwindigkeit in km i. d. Std. und  $p$  das Gesamtgewicht sind. Der eingetauchte Teil des Bootes hat hierbei einen Querschnitt von 5 qm, während der mittlere Querschnitt des Kanals etwa 41 qm beträgt. Der Wirkungsgrad der Lokomotiven wurde bei einer Zugkraft von 450 kg von der vierrädrigen Lokomotive zu 80 v. H., bei der Einschienen-Lokomotive zu 73 v. H. ermittelt; bei einer Zugkraft von 1350 kg waren diese Zahlen 84 und 77,5. Zur Verringerung der Verluste bei den Einschienen-Lokomotiven wird vorgeschlagen: Vergrößerung der Laufräder sowie des Radstandes, Verkleinerung des Spiels zwischen den Spurkränzen, Verbesserung der Anordnung der Lager sowie deren Schmierung und Fortfall der Spurkränze für die Druckrollen. Ferner ist ein möglichst günstiger Angriffspunkt für das Zugseil zu ermitteln, damit die Spurkränzereibung so klein wie möglich wird.

Bezüglich der Geschwindigkeit wurde folgendes festgestellt: Einzelne Boote können sowohl leer, als auch beladen mit mehr als 8 km i. d. Std. geschleppt werden; es empfiehlt sich jedoch nicht über diesen Wert hinaus zu gehen. Bei zwei Booten beträgt die Geschwindigkeitsgrenze etwa 6,5 km i. d. Std. und vier Boote können im beladenen Zustande mit 5 km