

der Doppeldrucklager absieht, wenn nicht gerade rechnerisch zu ermittelnde, bedeutende Drücke in das Lager gelangen. Diese Uebersicht über die wesentlichen Bauformen und über die Konstruktion des Kugellagers zeigt, daß sich ausgereifte Grundformen entwickelt haben.

Zu erwähnen wären noch die mehrreihigen Lager.

Neuerdings erzielt man die Mehrreihigkeit der Lager dadurch, daß man mehrere normale Lager aneinanderreihet. Bei Spurlager sticht man mehrere konzentrische Rillen auf denselben Spurplatten ein. Die genaue Druckverteilung auf alle Rillen erfordert aber äußerst genaue Fabrikation. (Schluß folgt.)

## Polytechnische Rundschau.

### Verringerung des Wagengewichtes bei elektrischen Bahnen.

Während man seit langem bestrebt ist, den Wirkungsgrad der Umsetzung von Kohle in mechanische sowie in elektrische Energie zu verbessern, hat bisher noch niemand auf den geringen Wirkungsgrad von Bahnen, insbesondere von elektrischen Bahnen hingewiesen. Die Beschleunigung eines 33 t schweren Wagens mit 60 Fahrgästen im Gewicht von rund 4 t auf eine Geschwindigkeit von 50 km/Std., sowie die Beförderung über einen Weg von 800 m Länge erfordern ohne Leitungsverluste etwa 1420 Wattstunden. Für die 60 Fahrgäste selbst sind hiervon nur 102 Wattstunden aufzuwenden, so daß sich ein Wirkungsgrad von 7,2 v. H. ergibt. Der weitaus größte Teil, nämlich 820 Wattstunden, oder 58 v. H. werden zur Beschleunigung des Wagengewichtes verbraucht. Etwa 28 v. H. gehen in den Motoren und Widerständen verloren und der Rest wird durch Lagerreibung sowie durch die Ueberwindung des Schienen- und Luftwiderstandes aufgezehrt. Der größte Teil der Verluste in den Motoren und Widerständen entspricht der Größe des Wagengewichtes. Schienen und Lagerreibung stehen zwar nicht ganz, doch nahezu in demselben Verhältnis zu diesem Gewicht. Nur der Luftwiderstand ist von dem Wagengewicht unabhängig.

Zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer elektrischen Bahn stehen somit folgende Möglichkeiten offen: 1) Verbesserung des Wirkungsgrades der Motoren sowie des Anlassens, 2) Verringerung der Lagerreibung, 3) Verringerung des Schienenwiderstandes, 4) Verringerung des Luftwiderstandes, 5) Energierückgewinnung beim Bremsen, 6) Verringerung des Wagengewichtes. Durch die unter 1—4 aufgeführten Maßnahmen ist eine Verbesserung nur in geringem Betrage erzielbar. Mittels der Stromrückgewinnung beim Bremsen können unter günstigen Verhältnissen etwa 25 v. H. Energie gespart werden; aber anscheinend nur unter Aufwendung eines größeren Gewichtes der elektrischen Ausrüstung, so daß diesem Gewinn als Verlust ein größerer Energieaufwand beim Beschleunigen gegenüber stehen würde. Dagegen ergibt die Verringerung des Wagengewichtes eine wesentliche Energieersparnis ohne entsprechende Nachteile. Denn der Energieaufwand würde nahezu im Verhältnis der Gewichtsverringerung zurückgehen, da das Eigengewicht der Fahrgäste im Vergleich zum Wagengewicht sehr klein ist. Beträgt doch bei geschlossenen Straßenbahnwagen das tote Gewicht für einen Fahrgast etwa 0,54 t. Bei offenen Wagen ist dieser Wert allerdings geringer, erreicht aber noch lange nicht die bei Automobilen erzielten Werte, wo er bis auf 0,1 t herabgeht.

Anscheinend ist es nun nicht möglich, von den durch langjährige Erfahrung erprobten Konstruktionen der Wagen abzugehen. Dem muß jedoch entgegengehalten werden, daß bisher das Gewicht gar nicht berücksichtigt und seine Wichtigkeit noch gar nicht geschätzt wurde. Im übrigen hat sich bei den neuesten vollständig aus Stahl hergestellten Wagen die über-

raschende Tatsache ergeben, daß bei gleichem Gewichtsaufwand eine wesentlich kräftigere Bauart erzielt werden konnte. Jedoch auch bei diesen Wagen ist noch zu sehr die Bauart der Holzwagen nachgeahmt und kein Versuch zur Gewichtsverringerung gemacht worden. Hierfür standen aber folgende Wege offen:

Der Boden und die Seitenwände könnten nach den bei Brückenkonstruktionen gesammelten Erfahrungen unter Berücksichtigung aller in Betracht kommender Kräfte berechnet und entsprechend gebaut werden. Die übliche Dachkonstruktion mit Aufbau müßte als unnütz schwer verlassen und die Fenster müßten so angeordnet werden, daß die Festigkeit der Seitenwände möglichst wenig verringert wird. Konstruktionsteile, welche für die Festigkeit des Wagens nicht in Betracht kommen, sollten so schwach wie möglich bemessen werden. Ebenso wären die innere Einrichtung und die Beschläge mit besonderer Rücksicht auf das Gewicht zu entwerfen. Schließlich wären soviel wie möglich die neuen Stahlsorten von besonders hoher Festigkeit zu verwenden. Die Untergestelle sollten ohne Verringerung der nötigen Festigkeit so leicht wie möglich, die Achsen hohl, sowie aus besonders gutem Stahl und die Räder mit besonderer Rücksicht auf ihre Beanspruchung ausgeführt werden. Auch an dem Motorgewicht könnte gespart und dieses besonders durch Verwendung künstlicher Lüftung verringert werden.

Selbstverständlich wären hiermit höhere Kosten verbunden und es ist festzustellen, ob diese aufgewendet werden könnten. Geht man von einer Ueberlandbahn aus mit zahlreichen Haltestellen, ungünstigen Steigungsverhältnissen und einer mittleren Geschwindigkeit von 32 km/Std., so muß man mit einem Wattstundenverbrauch von 62 im Fahrzeug und etwa 78 an den Sammelschienen des Kraftwerkes rechnen. Wird die Bahn mit 33 t schweren Wagen (einschließlich der Ausrüstung) für 60 Sitzplätze betrieben und nimmt man ferner an, daß der Wagen im Mittel mit 30 Fahrgästen von je 70 kg Gewicht täglich 240 km zurückzulegen hat, so ergibt sich in einem Jahre ein Energieverbrauch von 264000 Kilowattstunden.

Sofern es möglich ist, das Wagengewicht auf die Hälfte zu verringern, wird der Energieverbrauch allerdings nicht in demselben Verhältnis herabgehen. Immerhin dürfte es sehr ungünstig gerechnet sein, wenn der Wattstundenverbrauch alsdann mit 86 für den Tonnenkilometer angenommen wird. Der jährliche Energieverbrauch ergibt sich unter Berücksichtigung dieses höheren Betrages zu 153700 Kilowattstunden. Bei einem Preise von 4,1 Pfennig für die Kilowattstunde betragen dann die Stromkosten für den schwereren Wagen 10800, für den leichteren 6300 M. Kapitalisiert man die Ersparnis von 4500 M., so ergibt sich, daß der leichtere Wagen 45000 M. mehr kosten könnte, ohne daß die Betriebsunkosten vermehrt würden. Nun läßt sich aber fraglos der leichtere Wagen für einen bedeutend geringeren Mehrpreis herstellen, so daß durch seine Verwendung wesentliche Ersparnisse erzielt