

wenn das anschließende Pflaster dies erfordert. Die Schweißung eines Stoßes dauert  $\frac{3}{4}$  Stunden. Die Arbeitsleistung mit einem Zug war daher verhältnismäßig gering. Es wurden bei zehnstündiger Tagesarbeit 13 bis 15 Stöße geschweißt. Die Nacharbeit der Stöße bestand in einer nochmaligen Stopfung und Befeilung mit dem Schienenhobel. Die Kosten beliefen sich für den Stoß auf 17  $\%$  ohne Stromlieferung. Die von der Straßenbahn zu tragenden Stromkosten waren nicht unerheblich, es wurden für den Stoß im Durchschnitt einschl. Aufladen der Batterie 23 KW.-Stunden gebraucht, was bei einem Preis von 12  $\phi$  für die KW.-Stunde 2,76  $\%$  f. d. Stoß ergibt.

Zu bemerken ist noch, daß die Akkumulatorenwerke für gute Ausführung eine zweijährige Garantie leisten derart, daß gebrochene Stöße nachgeschweißt werden, oder der dafür gezahlte Betrag zurückerstattet wird.

Schlußbemerkung. Betrachtet man beide Systeme, so kommt man zu der Ansicht, daß das Goldschmidtsche Schweißverfahren in erster Linie für Neubauten, während das elektrische Schweißverfahren am zweckmäßigsten für alte Gleise geeignet erscheint. Für Neuschweißung dürfte das letztere System nicht

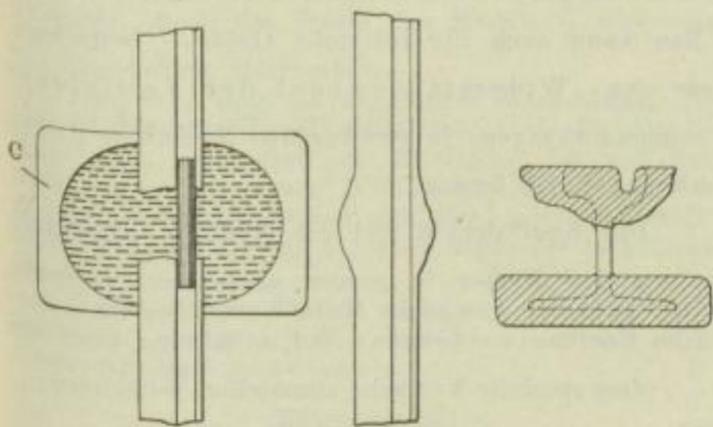


Abbildung 3.

so sehr zu empfehlen sein, da eine direkte Stumpfschweißung nicht erzielt werden kann, sondern es muß stets erst Material fortgeschmolzen werden, was durch Zusatzmaterial ersetzt werden muß. Es ist erklärlich, daß dieses Zusatzmaterial trotz Hämmerns während des Schweißprozesses nie so dicht werden kann, wie das Material des gewalzten Kopfes. Trotzdem ist es natürlich nicht ausgeschlossen, daß man auch bei Neuschweißung das Verfahren anwendet, wobei jedoch zu erwägen sein dürfte, statt der Fußblasen den Schienenfuß und durch entsprechende Anschweißung von Zusatzmaterial bis dicht unter den Schienenkopf auch den Steg zu verschweißen. Zweifellos weist die elektrische Schweißmethode zur Instandsetzung alter Gleise wesentliche Vorzüge gegenüber anderen Systemen auf. Die Vorbereitungen der Stöße zur Schweißung sind bedeutend einfacher, der Pflasteraufbruch geringer. Die eigentliche Schweißung vollzieht sich zuverlässig und sicher, ohne jede Beschädigung oder Verbiegung der Schienen.

Als besonderer Vorzug ist hervorzuheben, daß ein Stoß, der durch Unachtsamkeit nicht gelungen ist, sofort nachgebessert werden kann. Bei einiger Sorgfalt des Arbeiters ist jedoch ein Mißlingen so gut wie ausgeschlossen. Wesentlich ist bei diesem Verfahren, daß das eingeschweißte Zusatzmaterial — in bezug auf die Härte — so richtig angewandt wird, daß es auf die Dauer mit dem Schienenmaterial gleichmäßig verschleißt, es würden sich sonst bei größerer oder geringerer Härte wiederum Schläge an den Stößen herausbilden. Der Härtegrad der zu ver-

schweißenden Schienen wird vorher durch das Kugeldruckverfahren festgelegt, wonach dann das einzuschweißende Material bestimmt wird.

### Die Brinellsche Kugelprobe vom Standpunkte der Elastizitätstheorie.

P. Friesendorff beschäftigt sich mit der Frage, ob die Brinellsche Methode vom Standpunkte der Elastizitätstheorie richtig ist. Mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche die Brinellsche Härteprüfung für die Praxis gewonnen hat, geben wir im folgenden das Wesentliche der Ausführungen\* Friesendorffs wieder:

In den Abhandlungen: „Ueber die Berührung fester elastischer Körper“ (1881) und „Ueber die Berührung fester elastischer Körper und über die Härte“ (1882) gibt H. Herz\*\* eine neue Definition der Härte der elastischen Körper und stellt auf Grund der Theorie der Berührung elastischer Körper ein neues Maß der Härte auf: „Die Härte ist die Festigkeit, welche ein Körper derjenigen Deformation entgegensetzt, die einer Berührung mit kreisförmiger Druckfläche entspricht. Ein absolutes Maß aber für die Härte erhalten wir, wenn wir festsetzen: Die Härte eines Körpers wird gemessen durch den Normaldruck auf die Flächeneinheit, welcher im Mittelpunkte einer kreisförmigen Druckfläche herrschen muß, damit in einem Punkte des Körpers die Spannungen eben die Elastizitätsgrenze erreichen.“

Bei Anwendung dieser Definition und dieses Maßes auf den Fall, wo eine Kugel aus gehärtetem Stahl in die Oberfläche (Ebene) des zu prüfenden Materials eingepreßt wird, wird das Herzsche Maß der Härte durch die Formel  $(pz)_0 = \frac{3}{2} \frac{P}{\pi a^2}$  ausgedrückt, wo a den Radius der Druckfigur und P den Normaldruck an der Elastizitätsgrenze bezeichnen.

Wenn wir die Brinellsche Härtezahl  $B = \frac{P}{S}$ , wo S den sphärischen Flächeninhalt des Kugeleindrucks bezeichnet und für kleine Werte von a annähernd gleich  $\pi a^2$  ist,

$$\left[ S = 2\pi R^2 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}} \right) = 2\pi R^2 \left( \frac{a^2}{2R^2} + \frac{1}{8} \frac{a^4}{R^4} + \dots \right) \right. \\ \left. = \pi a^2 + \frac{1}{4} \frac{\pi a^4}{R^2} + \dots \right]$$

mit der Herzschen Härtezahl  $(pz)_0 = \frac{2}{3} \frac{P}{\pi a^2}$  vergleichen, so sehen wir, daß die beiden Härtezahlen formell sich nur um den Koeffizienten  $\frac{2}{3}$  unterscheiden, dem Wesen nach ist aber der Unterschied sehr groß: Herz versteht unter P den Druck an der Elastizitätsgrenze, Brinell wählt dagegen die Belastung P gleich 3000 kg (für Eisen und Stahl) und gleich 500 kg (für weichere Metalle und Legierungen), d. h. Herz überschreitet nicht die in der Elastizitätstheorie erlaubten Grenzen, Brinell berücksichtigt diese Grenzen gar nicht.

Infolgedessen muß die Brinellsche Methode vom Standpunkte der Elastizitätstheorie als unzulässig anerkannt werden und es müßte der Herzschen Methode der Vorzug gegeben werden.

In der Praxis aber, bei der Anwendung auf Metalle, sind die Herzschen Ideen und Methoden unanwendbar, da beim kleinsten, der Beobachtung zugänglichen Drucke, die Elastizitätsgrenze überschritten wird, d. h. in der Praxis erweist es sich als möglich, die Drucke P und die entsprechenden Radien a der Druckfigur erst nachdem die Elastizitätsgrenze über-

\* „Baumaterialienkunde“, 15. April 1906.

\*\* Gesammelte Werke, Band I, S. 155 bis 198.