

### Über das Aufschumpfen von Radreifen.

Von Ing. Rudolf Scheck, Oberbaurat der Österr. Bundesbahnen.

Durch das bei Eisenbahnfahrzeugen übliche Aufschumpfen (Warmaufziehen) der Radreifen auf die Radkörper werden in beiden Bauteilen Formänderungen und Spannungen hervorgerufen, für deren Größe das jeweils angewendete Schrumpfmaß (besser Schrumpfsitzübermaß), d. i. das Verhältnis des Unterschiedes zwischen dem Außendurchmesser des Radkörpers und dem Innendurchmesser des Radreifens zum Außendurchmesser des ersteren, gemessen im kalten Zustande, von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Im nachfolgenden seien die theoretischen Grundlagen für die Berechnung der beim Aufschumpfen der Radreifen auftretenden Formänderungen und Spannungen wiedergegeben.

#### A. Theoretische Grundlagen.

##### a) Bestimmung der Formänderungen und Spannungen für einen Hohlzylinder.

Es bedeuten (s. Abb. 1):

$p_0$  den Preßdruck in  $\text{kg/cm}^2$  der Innenwandfläche des Hohlzylinders,

$p'$  den Preßdruck in  $\text{kg/cm}^2$  der Außenwandfläche des Hohlzylinders,

$r_0$  den Innenhalbmesser } des Hohlzylinders vor Einwirkung  
 $r'$  den Außenhalbmesser } der Preßdrücke  $p_0$  u.  $p'$ ,  
 $r$  einen beliebigen zum Hohlzylinderelement  $M$  gehörigen Halbmesser zwischen  $r_0$  und  $r'$ .

Ferner bedeuten für dieses Element  $M$ :

$\sigma_z$  die Normalspannung in der Achsrichtung  $z$  des Hohlzylinders in  $\text{kg/cm}^2$ ,

$\sigma_r$  die radiale Spannung in  $\text{kg/cm}^2$ ,

$\sigma_t$  die tangentielle Spannung in  $\text{kg/cm}^2$ ,

$\lambda_z$  die Dilatation (spezifische Längendehnung) in der Achsrichtung  $z$ ,

$\lambda_r$  die radiale Dilatation,

$\lambda_t$  die tangentielle Dilatation,

$\nu$  die kubische Dilatation (spezifische Volumenänderung).

Die Elastizitätsgleichungen nach Kirchhoff lauten allgemein:

$$\sigma_z = -2K \cdot (\lambda_z + \Theta \nu) \dots \dots \dots 1)$$

$$\sigma_r = -2K \cdot (\lambda_r + \Theta \nu) \dots \dots \dots 2)$$

$$\sigma_t = -2K \cdot (\lambda_t + \Theta \nu) \dots \dots \dots 3)$$

$$\nu = \lambda_z + \lambda_r + \lambda_t \dots \dots \dots 4)$$

Hierin bedeuten  $K$  und  $\Theta$  konstante Größen, die mit den in der technischen Mechanik gebräuchlichen Konstanten u. zw. mit dem Elastizitätsmodul  $E$  und dem Kontraktionskoeffizienten  $\psi$  bzw. dessen reziproken Werte, dem Poissonschen Koeffizienten  $m$ , in dem Zusammenhange stehen:

$$K = \frac{m}{2(m+1)} \cdot E, \text{ (Gleit- oder Schub-Modul);}$$

für Metalle gilt:

$$m = \frac{10}{3}; \Theta = \frac{\psi}{1-2\psi} = \frac{1_e}{m-2}.$$

Das in Abb. 1 angedeutete und in Abb. 2 größer herausgezeichnete Element  $M$  im Abstände  $r$  von der  $z$ -Achse habe nach der Formänderung den Abstand  $(r + \varrho)$  von der  $z$ -Achse, wobei  $\varrho$  als Funktion von  $r$  aufzufassen ist.

Es wird daher:

$$\lambda_t = \frac{2\pi(r + \varrho) - 2\pi r}{2\pi r} = \frac{\varrho}{r},$$

$$\lambda_r = \frac{[r + \varrho + d(r + \varrho)] - (r + \varrho) - dr}{dr} = \frac{d\varrho}{dr}.$$

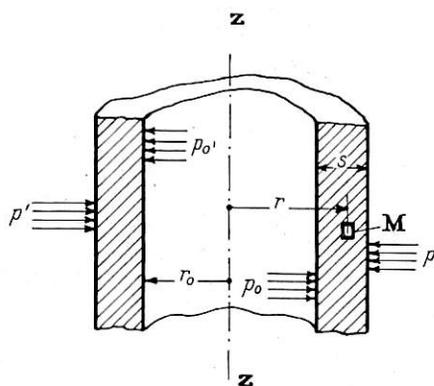


Abb. 1. Hohlzylinder.

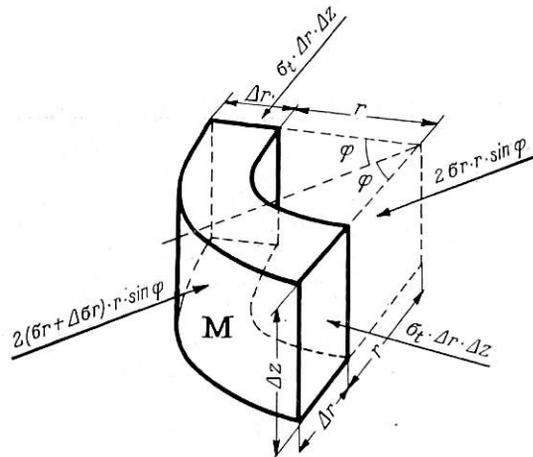


Abb. 2. Hohlzylinder-Element „M“.

Die Elastizitätsgleichungen können somit geschrieben werden:

$$\sigma_z = -2K (\lambda_z + \Theta \nu) \dots \dots \dots 1')$$

$$\sigma_r = -2K \left( \frac{d\varrho}{dr} + \Theta \nu \right) \dots \dots \dots 2')$$

$$\sigma_t = -2K \left( \frac{\varrho}{r} + \Theta \nu \right) \dots \dots \dots 3')$$

$$\nu = \lambda_z + \frac{d\varrho}{dr} + \frac{\varrho}{r} \dots \dots \dots 4').$$

Es wird nunmehr  $\varrho$  als Funktion von  $r$  zu bestimmen sein.

Aus der Gleichgewichtsbedingung ergibt sich (s. Abb. 2):

$$2\sigma_t \cdot \Delta r \cdot \Delta z \cdot \sin \varphi + 2\sigma_r \cdot \Delta z \cdot r \cdot \sin \varphi - 2(\sigma_r + \Delta \sigma_r) \cdot (r + \Delta r) \cdot \Delta z \cdot \sin \varphi = 0$$

somit

$$\sigma_t = \frac{\Delta(\sigma_r \cdot r)}{\Delta r}.$$

Als Grenzwert ergibt sich die Tangentialspannung:

$$\sigma_t = \frac{d(\sigma_r \cdot r)}{dr} = r \cdot \frac{d\sigma_r}{dr} + \sigma_r,$$

und mithin die Differentialgleichung:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_t}{r} = 0 \dots\dots\dots 5).$$

Mit Benützung der Gl. 2'), 3') und 4') erscheint:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\sigma_r}{dr} &= -2K \left[ \frac{d^2 \rho}{dr^2} + \Theta \left( \frac{d^2 \rho}{dr^2} - \frac{\rho}{r^2} + \frac{1}{r} \frac{d\rho}{dr} \right) \right] \\ \frac{\sigma_r - \sigma_t}{r} &= -2K \left[ \frac{1}{r} \cdot \frac{d\rho}{dr} - \frac{\rho}{r^2} \right]. \end{aligned} \right.$$

Durch Addition dieser beiden Gleichungen ergibt sich mit Gl. 5):

$$-2K(1 + \Theta) \cdot \left[ \frac{d^2 \rho}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d\rho}{dr} - \frac{\rho}{r^2} \right] = 0.$$

Nun ist aber nach Gl. 4'):

$$\frac{d\nu}{dr} = \frac{d^2 \rho}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d\rho}{dr} - \frac{\rho}{r^2}.$$

Aus beiden Gleichungen folgt nunmehr:

$$\frac{d\nu}{dr} = \frac{d^2 \rho}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d\rho}{dr} - \frac{\rho}{r^2} = 0.$$

Demnach ist also die kubische Dilatation  $\nu$  konstant, daher ist auch  $(\nu - \lambda_z)$  eine konstante Größe.

Nach Gl. 4') ist aber:

$$\nu - \lambda_z = \frac{c}{r} + \frac{d\rho}{dr} = 2a,$$

worin a eine zu bestimmende Konstante bedeutet.

Die Lösung dieser homogenen Differentialgleichung ergibt:

$$\rho = ar + \frac{b}{r} \dots\dots\dots 6),$$

worin b eine noch zu bestimmende Integrationskonstante bedeutet.

Demnach ist:

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda_t &= \frac{\rho}{r} = a + \frac{b}{r^2} \\ \lambda_r &= \frac{d\rho}{dr} = a - \frac{b}{r^2} \\ \nu &= \lambda_z + 2a \dots\dots\dots 7) \\ \sigma_r &= -2K \cdot \left[ a - \frac{b}{r^2} + \Theta \nu \right] \dots\dots\dots 8), \end{aligned} \right.$$

für:  $r = r_0$  wird  $\sigma_r = p_0$ ,  
„  $r = r'$  „  $\sigma_r = p'$ .

Aus Gl. 8) ergibt sich daher:

$$\left\{ \begin{aligned} p_0 &= -2K \cdot \left[ a - \frac{b}{r_0^2} + \Theta \nu \right] \dots\dots\dots 9) \\ p' &= -2K \cdot \left[ a - \frac{b}{r'^2} + \Theta \nu \right]. \end{aligned} \right.$$

Nach Subtraktion dieser Gleichungen kommt:

$$p_0 - p' = 2Kb \cdot \frac{r'^2 - r_0^2}{r_0^2 r'^2},$$

somit:

$$b = \frac{1}{2K} \cdot (p_0 - p') \cdot \frac{r_0^2 r'^2}{r'^2 - r_0^2} \dots\dots\dots 10).$$

Da in der Richtung der z-Achse keine Kraft einwirkt, folgt aus Gl. 1):

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_z &= -2K \cdot (\lambda_z + \Theta \nu) = 0 \\ \lambda_z &= -\Theta \nu, \text{ und mit Gl. 6):} \\ \nu &= \frac{2a}{1 + \Theta}, \text{ daher mit Gl. 9):} \end{aligned} \right.$$

$$p_0 = -2K \left[ a - \frac{b}{r_0^2} + \frac{2a\Theta}{1 + \Theta} \right] = -2K \left[ \frac{1 + 3\Theta}{1 + \Theta} a - \frac{b}{r_0^2} \right]$$

und mit Gl. 10):

$$a = \frac{1 + \Theta}{1 + 3\Theta} \cdot \frac{1}{2K} \cdot \frac{p_0 r_0^2 - p' r'^2}{r'^2 - r_0^2} \dots\dots\dots 11).$$

Aus Gl. 6) folgt nunmehr:

$$\rho = ar + \frac{b}{r} = \frac{1 + \Theta}{1 + 3\Theta} \cdot \frac{r}{2K} \cdot \frac{p_0 r_0^2 - p' r'^2}{r'^2 - r_0^2} + \frac{1}{2Kr} \cdot \frac{(p_0 - p') \cdot r_0^2 r'^2}{r'^2 - r_0^2}$$

$$\rho = \frac{1}{2K(r'^2 - r_0^2)} \cdot \left[ \frac{1 + \Theta}{1 + 3\Theta} \cdot r \cdot (p_0 r_0^2 - p' r'^2) + (p_0 - p') \cdot \frac{r_0^2 r'^2}{r} \right].$$

Da:

$$K = \frac{m}{2(m + 1)} \cdot E = \frac{5}{13} E; \quad \Theta = \frac{1}{m - 2} = \frac{3}{4}; \quad \frac{1 + \Theta}{1 + 3\Theta} = \frac{7}{13},$$

folgt:

$$\rho = \frac{26}{5(r'^2 - r_0^2)} \cdot E \cdot \left[ \frac{7}{13} r \cdot (p_0 r_0^2 - p' r'^2) + (p_0 - p') \cdot \frac{r_0^2 r'^2}{r} \right] \dots\dots\dots 12).$$

Aus Gl. 3') folgt:

$$\sigma_t = -2K \left[ \frac{\rho}{r} + \Theta \nu \right] = -2K \left[ a + \frac{b}{r^2} + \frac{2a\Theta}{1 + \Theta} \right],$$

demnach mit den Gl. 10) und 11):

$$\sigma_t = -\frac{1}{r'^2 - r_0^2} \cdot \left[ p_0 r_0^2 - p' r'^2 + (p_0 - p') \cdot \frac{r_0^2 r'^2}{r^2} \right] \dots\dots\dots 13).$$

In ähnlicher Weise folgt aus Gl. 8):

$$\sigma_r = -\frac{1}{r'^2 - r_0^2} \cdot \left[ p_0 r_0^2 - p' r'^2 - (p_0 - p') \cdot \frac{r_0 r'^2}{r^2} \right] \dots\dots\dots 14).$$

Tangentialspannung  $\sigma_t$  und Radialspannung  $\sigma_r$  sind somit von den Elastizitätsgrößen E und  $\nu$  bzw. m unabhängig.

Die mit den Gl. 12), 13) und 14) gewonnenen Beziehungen werden nunmehr zur Bestimmung der Formänderungen  $\rho$  und der Tangentialspannungen  $\sigma_t$  bzw. Radialspannungen  $\sigma_r$  für den Radreifen und für den Radkörper anzuwenden sein.

Es sollen vorerst noch die in diesen Gleichungen erscheinenden Halbmesser durch die Durchmesser ersetzt werden u. zw.:

$$r_0 = \frac{d_0}{2}, \quad r' = \frac{d'}{2}, \quad r = \frac{d}{2};$$

Es erscheint sodann:

$$\rho = \frac{13}{20E(d'^2 - d_0^2)} \cdot \left[ \frac{7}{13} d (p_0 d_0^2 - p' d'^2) + (p_0 - p') \cdot \frac{d_0^2 d'^2}{d} \right] \dots\dots\dots 12')$$

$$\sigma_t = -\frac{1}{d'^2 - d_0^2} \cdot \left[ p_0 d_0^2 - p' d'^2 + (p_0 - p') \cdot \frac{d_0^2 d'^2}{d^2} \right] \dots\dots\dots 13')$$

$$\sigma_r = -\frac{1}{d'^2 - d_0^2} \cdot \left[ p_0 d_0^2 - p' d'^2 - (p_0 - p') \cdot \frac{d_0 d'^2}{d^2} \right] \dots\dots\dots 14').$$

Hieraus ergibt sich bereits allgemein, daß nur die Tangentialspannung  $\sigma_t$  gefährlich werden kann, während die Radialspannung  $\sigma_r$  stets um den Wert:  $2(p_0 - p') \frac{d_0^2 d'^2}{d^2}$  hinter der Tangentialspannung  $\sigma_t$  zurückbleibt, so daß in der Folge nur letztere zu berücksichtigen sein wird.

### b) Anwendung der theoretischen Ergebnisse auf Radreifen und Radkörper.

Radreifen und Radkörper sollen vorläufig als volle zylindrische Körper vorausgesetzt werden, deren Achsialschnitte Rechtecke sind (s. Abb. 3c).

Es bezeichne:

$d_1$  den Innendurchm. des Radreifens,  $d_3$  den Außendurchm. des Radreifens,

$d_2$  den Außendurchm. des Radkörpers,  $d_4$  den Innendurchm. der Radnabe,

$\sigma_{tr}$  die Tangentialspannung für den Radreifen,

$\sigma_{tR}$  die Tangentialspannung für den Radkörper,

$\epsilon_1$  das Schrumpfsitzübermaß ist somit:  $\epsilon = \frac{d_2 - d_1}{d_2}$ ,

- $\varrho_f$  die Änderung eines beliebigen Halbmessers nach der Formänderung für den Radreifen,
- $\varrho_R$  desgl. für den Radkörper,
- $E_1$  den Elastizitätsmodul des Radreifenbaustoffs (2200000 kg/cm<sup>2</sup>),
- $E_2$  den Elastizitätsmodul des Radkörperbaustoffs (2150000 kg/cm<sup>2</sup>),
- $p_1$  den Preßdruck in kg/cm<sup>2</sup> für den Reifen, bezogen auf seine Breite  $h_1$ ,
- $p_2$  den Preßdruck in kg/cm<sup>2</sup> für den Radkörper, bezogen auf seine Breite  $h_2$ .

Anwendung auf den Radreifen.

In den Grundgl. 12') und 13') ist zu setzen:

$$d_0 = d_1, d' = d_3, p_0 = p_1, p' = 0, E = E_1,$$

somit:

$$\varrho_f = \frac{13 \cdot p_1 d_1^2}{20 E_1 (d_3^2 - d_1^2)} \cdot \left[ \frac{7}{13} d + \frac{d_3^2}{d} \right]$$

$$\sigma_{tf} = - \frac{p_1 \cdot d_1^2}{d_3^2 - d_1^2} \cdot \left[ 1 + \frac{d_3^2}{d^2} \right].$$

Die Tangentialspannung  $\sigma_{tf}$  ist wegen des negativen Vorzeichens eine Zugspannung, die den größtmöglichen Wert erreicht bei  $d = d_1$ , also an der Innenfläche des Radreifens; daraus folgt:

$$2 \varrho_f = \frac{1,3 p_1 d_1}{E_1 (d_3^2 - d_1^2)} \cdot \left[ \frac{7}{13} d_1^2 + d_3^2 \right] \dots \dots 15)$$

$$\sigma_{tf} = - p_1 \cdot \frac{d_3^2 + d_1^2}{d_3^2 - d_1^2} \dots \dots \dots 16).$$

Anwendung auf den Radkörper.

In den Grundgleichungen 12') und 13') ist zu setzen:

$$d_0 = d_4, d' = d_2, p_0 = 0, p' = p_2, E = E_2,$$

somit:

$$2 \varrho_R = - \frac{1,3 p_2 d_2^2}{E_2 (d_2^2 - d_4^2)} \cdot \left[ \frac{7}{13} d + \frac{d_4^2}{d} \right] \dots \dots 17)$$

$$\sigma_{tR} = \frac{p_2 d_2^2}{d_2^2 - d_4^2} \cdot \left[ 1 + \frac{d_4^2}{d^2} \right] \dots \dots \dots 18).$$

Die Tangentialspannung  $\sigma_{tR}$  ist hier wegen des positiven Vorzeichens eine Druckspannung, die den größten Wert erreicht bei  $d = d_4$ , demnach an der Innenfläche der Nabe, solange der Radkörper nicht auf die Achse aufgedrückt ist. Demnach erscheint:

$$\varrho_R = - \frac{p_2 d_2^2 d_4}{E_2 (d_2^2 - d_4^2)}; \quad \sigma_{tR} = \frac{2 p_2 d_2^2}{d_2^2 - d_4^2} \dots \dots 19).$$

Wird jedoch der Radkörper nach dem Aufpressen auf die Achse als volle zylindrische Scheibe angesehen und die aus dem Aufpreßdruck entspringenden Beanspruchungen der Scheibe und der Achse vernachlässigt, so ist in den Gl. 17) und 18)  $d_4 = 0$  zu setzen.

Sofern  $d > 0$  ist, gilt sodann:

$$2 \varrho_R = - 0,7 \cdot \frac{p_2 d}{E_2}; \quad \sigma_{tR} = p_2.$$

In diesem Falle ist also die Tangentialspannung  $\sigma_{tR}$  vom Durchmesser  $d$  unabhängig und somit konstant. Wird  $d = 0$ , so ergibt sich aus Gl. 19) hierfür die Unstetigkeit:

$$\sigma_{tR} = 2 p_2.$$

Für  $d = d_2$  erscheint:

$$2 \varrho_R = - 0,7 \cdot \frac{p_2 d_2}{E_2} \dots \dots \dots 20)$$

$$\sigma_{tR} = p_2 \dots \dots \dots 21).$$

Wird nunmehr noch die Radreifendicke  $s$ ,  $\left( s = \frac{d_3 - d_1}{2} \right)$ ,

ferner die Beziehung

$$\frac{p_2}{p_1} = \varphi \dots \dots \dots 22)$$

in die Rechnung eingeführt und wegen des geringen Unterschiedes  $d_1 = d_3$  gesetzt, so nehmen die für die Rechnung erforderlichen Gl. 15), 16), 20) und 21) folgende Form an:

$$2 \varrho_f = \frac{p_1 d_2}{E_1} \cdot \left[ 1,3 + \frac{d_2^2}{2 s (d_2 + s)} \right] \dots \dots \dots 15')$$

$$\sigma_{tf} = - p_1 \cdot \left[ 1 + \frac{d_2^2}{2 s (d_2 + s)} \right] \dots \dots \dots 16'),$$

ferner:

$$2 \varrho_R = - 0,7 \cdot d_2 \cdot \frac{\varphi p_1}{E_2} \dots \dots \dots 20')$$

$$\sigma_{tR} = \varphi p_1 \dots \dots \dots 21)').$$

Verhältnisse nach Vereinigung von Radreifen und Radkörper durch Aufschumpfen.

Nach den durch Aufschumpfen des Radreifens auf den Radkörper hervorgebrachten Formänderungen sind Außendurchmesser des Radkörpers und Innendurchmesser des Radreifens gleich groß geworden, somit ist:

$$d_2 + 2 \varrho_R = d_1 + 2 \varrho_f$$

oder mit den Gl. 15') und 20) :

$$d_2 - 0,7 \cdot d_2 \cdot \frac{\varphi p_1}{E_2} = d_1 + \frac{p_1 d_2}{E_1} \cdot \left[ 1,3 + \frac{d_2^2}{2 s (d_2 + s)} \right].$$

Da

$$\frac{d_2 - d_1}{d_2} = \varepsilon,$$

so wird:

$$\varepsilon = \frac{p_1}{E_1} \cdot \left[ 1,3 + 0,7 \varphi \frac{E_1}{E_2} + \frac{d_2^2}{2 s (d_2 + s)} \right] \dots \dots 22a),$$

somit:

$$p_1 = \frac{\varepsilon E_1}{1,3 + 0,7 \varphi \frac{E_1}{E_2} + \frac{d_2^2}{2 s (d_2 + s)}} \dots \dots \dots 22b),$$

ferner:

$$\sigma_{tf} = - p_1 \cdot \left[ 1 + \frac{d_2^2}{2 s (d_2 + s)} \right] \dots \dots \dots 23)$$

$$\sigma_{tR} = \varphi p_1 \dots \dots \dots 24).$$

Die Diskussion dieser Gleichungen lehrt folgendes: Bei gegebenem Außendurchmesser  $d_2$  des Radkörpers und gegebenem Schrumpfsitzübermaße  $\varepsilon$  wird bei abnehmender Radreifendicke (Abnutzung) der durch Aufschumpfen erzielte Preßdruck  $p_1$  sowie die Tangentialspannung  $\sigma_{tR}$  für den Radkörper kleiner, dagegen wird die Tangentialspannung  $\sigma_{tf}$  für den Radreifen größer.

Der für das Loswerden der Reifen gefährliche Zustand tritt daher hinsichtlich der Tangentialspannung  $\sigma_{tf}$  des Reifens und des Preßdruckes  $p_1$  bei der kleinsten, jener für die Tangentialspannung  $\sigma_{tR}$  des Radkörpers bei der größten Radreifendicke auf.

Bei gleichbleibender Radreifendicke  $s$  und gegebenem Schrumpfsitzübermaße  $\varepsilon$  nimmt der Preßdruck  $p_1$  mit wachsendem Durchmesser  $d_2$  des Radkörpers ab, wobei die Zugspannung  $\sigma_{tf}$  im Radreifen größer, die Druckspannung  $\sigma_{tR}$  im Radkörper kleiner wird.

Aus nachstehender Übersicht gehen diese etwas verwickelten Beziehungen zwischen den maßgebenden Größen,  $s, d_2, p_1, \sigma_{tf}$  und  $\sigma_{tR}$  bei gleichbleibendem Schrumpfsitzübermaße  $\varepsilon$  klarer hervor:

wenn	s wächst	d <sub>2</sub> wächst	s abnimmt	d <sub>2</sub> abnimmt
p <sub>1</sub>	wachsend	abnehmend	abnehmend	wachsend
σ <sub>tf</sub>	abnehmend	wachsend	wachsend	abnehmend
σ <sub>tR</sub>	wachsend	abnehmend	abnehmend	wachsend

Die ungünstigsten, auf Loswerden der Schrumpfung Verbindung hinwirkenden Verhältnisse, d. i. minimaler Preßdruck p<sub>1</sub> und maximale Tangentialspannungen σ<sub>tf</sub> und σ<sub>tR</sub> treten daher in folgenden Fällen auf:

min. p<sub>1</sub> und max. σ<sub>tf</sub>:

bei größtem Durchmesser d<sub>2</sub> des Radkörpers und kleinster Radreifendicke s.

max. σ<sub>tR</sub>:

bei kleinstem Durchmesser d<sub>2</sub> des Radkörpers und größter Radreifendicke s.

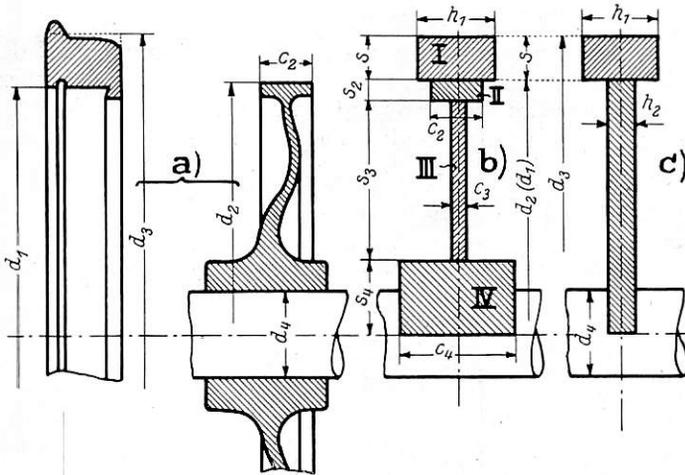


Abb. 3a—c. Abmessungen von Radreifen und Radkörper.

Sollte beispielsweise die Bedingung gestellt werden, daß der Preßdruck p<sub>1</sub> für alle Radkörperdurchmesser d<sub>2</sub> konstant sein soll, so errechnet sich das anzuwendende Schrumpfsitzübermaß ε aus Gl. 22a):

$$\epsilon = \frac{p_1}{E_1} \cdot \left[ 1,3 + 0,7 \varphi \frac{E_1}{E_2} + \frac{d_2^2}{2s(d_2 + s)} \right],$$

ε müßte daher mit wachsendem Durchmesser d<sub>2</sub> der Radkörper größer werden.

Die Form des Radreifens kann annähernd als Kreis-zylinderring angesehen werden. Seine Querschnittsfläche werde unter Beibehaltung der Breite h<sub>1</sub> (s. Abb 3b und 3c) in ein Rechteck verwandelt und die so gewonnene mittlere Reifendicke s der weiteren Berechnung zugrunde gelegt (z. B. ist bei 75 mm dicken Reifen s = 8 cm, bei 25 mm dicken Reifen s = 3 cm).

Die komplizierte Form des Radkörpers gestattet leider nicht, ihn mit der gleichen Annäherung als zylindrischen Körper anzunehmen. Am ehesten dürfte diese Annahme noch bei Scheibenrädern, sicher aber nicht bei Speichenrädern, statthaft sein.

Bei Bestimmung der Höhe h<sub>2</sub> der zylindrischen Ersatzscheibe wird zu beachten sein, daß diese infolge der Radreifenpressung p<sub>1</sub> die gleiche Einpressung erfahren muß wie der Radkörper selbst.

Gl. 21) besagt, daß bei Vorliegen einer zylindrischen Scheibe als Radkörper die auftretende Tangentialspannung σ<sub>tR</sub> über den ganzen Querschnitt konstant bleibt, und zwar σ<sub>tR</sub> = p<sub>2</sub>, d. h. gleich der Radialspannung σ<sub>r</sub> = p<sub>2</sub> am Scheibenumfang ist.

Man kann so für die bei den Österreichischen Bundesbahnen am häufigsten vorkommenden Wagenrädertyp mit d<sub>2</sub> = 85 cm (s. Abb. 3d) einen Wert von h<sub>2</sub> = ± 3,1 cm berechnen.

Da die gesamten auf Dehnung des aufgeschumpften Radreifens hinwirkenden Kräfte p<sub>1</sub> · h<sub>1</sub> · π · d<sub>2</sub> den die Einpressung des Radkörpers verursachenden Kräften p<sub>2</sub> · h<sub>2</sub> · π · d<sub>2</sub> das Gleichgewicht halten müssen, ergibt sich:

$$p_1 h_1 \pi d_2 = p_2 h_2 \pi d_2, \text{ und mit Gl. 22):}$$

$$\varphi = \frac{p_2}{p_1} = \frac{h_1}{h_2} \dots \dots \dots 22').$$

Für die erwähnte österreichische Wagenrädertyp wird:

$$\varphi = \frac{h_1}{h_2} = \frac{13,5}{3,1} \doteq 4,355.$$

**B. Aufschrumpfungsversuche.**

Bei den bisherigen Betrachtungen blieb der Umstand unberücksichtigt, daß der mittlere Teil des Scheibenrades, die eigentliche Scheibe, keine zylindrische Scheibe mit ebenen Begrenzungsflächen ist, sondern ziemlich bedeutende Auswölbungen (S-förmig) aufweist (s. Abb. 3d).

Bei dieser Form der Scheibe muß aber vermutet werden, daß sich der Radkörper wegen der Möglichkeit eines seitlichen Ausweichens der Scheibe unter den sehr bedeutenden Schrumpfkraften (Vergrößerung der Auswölbung) stärker einpressen wird, als dies bei einer ebenen Scheibe gleicher Abmessungen der Fall wäre.

Da jedoch die rechnermäßige Verfolgung des Einflusses der Scheibenform auf schier unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen würde, hat der Verfasser den Weg des Versuches gewählt.

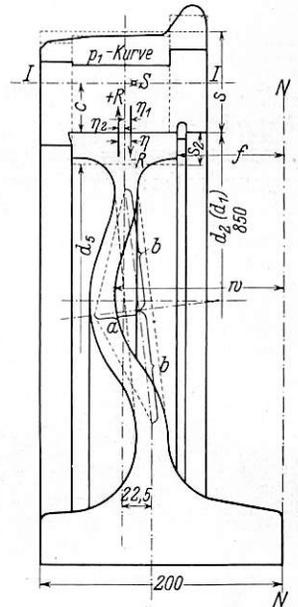


Abb. 3d.

**a) Zweck und Art der Aufschrumpfungsversuche.**

Wagen-Scheibenrad Achs-Type N/08 der Öster-

Diese Versuchsmessungen wurden Ende 1930 in den Werkstätten der österreichischen Bundesbahnen in Simmering und St. Pölten der Österreichischen Bundesbahnen vorgenommen und verfolgten in erster Linie den Zweck, die Anteile des angewendeten Schrumpfsitzübermaßes ε kennenzulernen, die einerseits auf die Dehnung des Radreifens (Anteil ε<sub>1</sub>), andererseits auf die Einpressung des Radkörpers (Anteil ε<sub>2</sub>) entfallen, um sodann aus diesen Messungsergebnissen die Beanspruchungen im Radreifen und im Radkörper für die verschiedenen Schrumpfsitzübermaße unter Anwendung der hier entwickelten Berechnungsgrundlagen zu ermitteln.

Die Messungen wurden an normalen Wagenrädern mit Scheibenradkörper, Achstyp N/08 der Österreichischen Bundesbahnen (s. Abb. 3d) mit 850 mm äußerem Felgenkranzdurchmesser und 1000 mm Laufkreisdurchmesser (bei 75 mm-Reifen) für die Schrumpfsitzübermaße:

$$1, \quad 1,4 \text{ und } 2 \text{ ‰}_{000}$$

entsprechend: 0,85, 1,2, 1,7 mm, bezogen auf den Nenn-durchmesser des Radkörpers von 850 mm, insgesamt an zwölf Rädern (je vier Räder für jedes der angegebenen Schrumpfsitzübermaße) anlässlich der Neubereifung durchgeführt.

Nach Vorbereitung der Radkörper und Radreifen auf das vorgeschriebene Schrumpfsitzübermaß wurden vor dem Warmaufziehen, sowohl an den Radkörpern, als auch an den



Diese Biegebeanspruchungen werden auch auf die Scheibe bzw. bei Radsternen auch auf die Speichen übertragen und rufen in diesen Teilen zusätzliche Spannungen hervor. Die an den kurzen, weniger nachgiebigen Speichen der Lokomotivräder häufig vorkommenden Speichenbrüche scheinen mit dieser Erscheinung in ursächlichem Zusammenhang zu stehen.

#### Mittel zur Vermeidung des Konischziehens der Schrumpfsitzflächen.

Um das Konischwerden der Schrumpfsitzflächen beim Aufziehen der Radreifen zu vermeiden, ist es notwendig, das Auftreten der Drehmomente zu verhindern, was etwa durch Versetzung des Felgenmittels gegenüber dem Reifenmittel nach der Spurkranzseite zu erfolgen könnte.

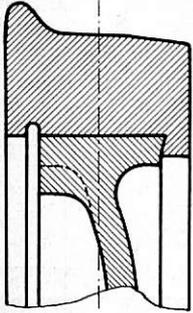


Abb. 6.

Spurkranzseitige Verstärkung der Felge.

Da jedoch diese Maßnahme sich außerordentlich empfindlich auswirkt, und schon kleine Verschiebungen der beiden Mittel im angegebenen Sinne ein Konischwerden der Schrumpfsitzflächen im entgegengesetzten Sinne auslösen kann, erscheint es empfehlenswerter, die das Konischwerden bewirkenden Drehmomente durch gleich große,

aber entgegengesetzt gerichtete Drehmomente auszugleichen, was durch eine Verstärkung des Felgenkranzes auf der Spurkranzseite erreicht werden kann (s. Abb. 6). Die Erscheinung des Konischwerdens kann auch vermindert werden durch eine entsprechend stärkere Ausführung des Felgenkranzes; es dürfte sich daher im allgemeinen empfehlen, den Felgenkranz nicht zu schwach zu bemessen.

Die ursprünglich beim Aufziehen der stärksten Reifen sich einstellende Konizität dürfte bei fortschreitender Abnutzung der Reifen fast unverändert bleiben, da die Exzentrizität der Mittelkräfte für Reifendehnung und Körperstauchung wohl größer (Spurkranzverdickung des Reifens wirkt sich mehr aus), der mittlere Preßdruck in den Schrumpfsitzflächen jedoch kleiner wird.

#### Mittlere Anteile $\varepsilon_1$ und $\varepsilon_2$ des Schrumpfsitzübermaßes $\varepsilon$ .

Die Versuchsmessungen ergaben ferner, daß bei 75 mm dicken Reifen auf den Radreifen und den Radkörper im Mittel annähernd der gleiche Anteil des angewendeten Schrumpfsitzübermaßes  $\varepsilon$  kommt, sofern die in diesen Konstruktionsteilen auftretenden Spannungen die Elastizitätsgrenzen nicht überschreiten.

In den für die Berechnung der Formänderungen und der Tangentialspannungen gefundenen Gleichungen ist also zu berücksichtigen, daß  $\varepsilon_1 = 0,5 \varepsilon$  und  $\varepsilon_2 = 0,5 \varepsilon$ , ferner  $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon$  ist. (Schluß folgt.)

## Stehbolzen mit gewalztem Gewinde für Lokomotivkessel.

Von Reichsbahnoberrat Ammermann, Werkdirektor des Reichsbahn-Ausbesserungswerks Darmstadt, Lokomotivwerk.

Immer wieder wird von den Lokomotivkonstruktoren versucht, den Lokomotivkessel Stephenson'scher Bauart zu verlassen, um von seinem wesentlichen Nachteil, den ebenen Wänden des Stehkessels, die durch Stehbolzen versteift werden müssen, abzukommen. Bei Hochdrucklokomotiven mußte man Wasserrohrkessel verwenden, um den höheren Druck beherrschen zu können.

Für die noch in großer Zahl im Betrieb und im Bau befindlichen Lokomotiven der gewöhnlichen Bauart ist aber noch mit dem Stehbolzen der bisherigen Bauart zu rechnen.

Die Lokomotivunterhaltungskosten werden erheblich beeinflusst von den Kesselunterhaltungskosten und diese wieder von den Kosten für Stehbolzen sowohl mittelbar als unmittelbar. Die Kesselunterhaltungskosten betragen etwa 22 bis 24 v. H. der gesamten Unterhaltungskosten, die Stehbolzenkosten allein (unmittelbar) etwa 22 v. H. der Kesselunterhaltungskosten. Mittelbar beeinflussen die Stehbolzen die Kosten für den Ersatz der Kupferwände, deren Lebensdauer durch das Vorhandensein der Stehbolzen dadurch herabgesetzt ist, daß die Stehbolzen den Kesselstein festhalten und das Abschlammen und Auswaschen erschweren und daß infolge von gelegentlichen Undichtigkeiten und Abbrand an den Stehbolzenköpfen sich Abzehrungen an den Wänden bilden. Die Bestrebungen, dichte Stehbolzen herzustellen, sind daher so alt wie der Stephenson-Kessel selbst; die Schwierigkeiten wuchsen mit der Zunahme des Kesseldrucks, der Größe des Kessels und mit der Steigerung der Dampferzeugung auf die Einheit der direkten Heizfläche. Verschiedene Bahnen hatten schon früher die Forderung gestellt, daß die Stehbolzen bereits vor der Kopfbildung und ohne Aufdornen den Probedruck aushalten müßten. Die Schwierigkeiten der Stehbolzenherstellung waren die Herstellung genauer Gewinde und zwar bezogen auf die Gewindeform, die Steigerung und die Gewindedurchmesser (Kern-, Flanken- und Außendurchmesser).

a) Die Gewindeform wurde früher mit Einzelstählen geschnitten. Der Stahl wurde nach Lehren geschliffen und nutzte sich wegen des erforderlichen Seitenhohlschliffs rasch ab, weil er seine Form änderte. Dann wurden Formstähle

verwendet, welche eine größere Lebensdauer besaßen und die Form dauernd beibehielten. Diese beiden Stahlformen gaben jedoch keine Gewähr für gleichmäßige Gewindetiefe.

Die Form dieser drei Stähle entsprach wegen der Schraubensteigung jedoch nicht der gewollten Gewindeform und es wurde eine Form entwickelt, welche bei Rechtsgewinde eine Linksteigung besitzen mußte. Auch hier ist zur Erzeugung eines Gewindevinkels von  $55^\circ$  ein Winkel am Strahler von  $57^\circ$  erforderlich. Diese Scheibenstrahler haben geschliffene, also sehr genaue Gewindeform und geben daher eine gute Gewähr sowohl für die dauernde gute Gewindeform des Werkstücks als auch für eine gute Ausnutzung des Werkzeugs.

b) Die Einhaltung der Steigung bietet bei der Herstellung der Stehbolzen keine Schwierigkeiten, wenn die Leitspindel der Drehbank in Ordnung ist. Anders bei den Gewindebohrern, bei denen das Verziehen bei der Härtung zu berücksichtigen ist. Aber auch diese Mängel können als überwunden betrachtet werden. Nachdem diese Fertigungsfragen als gelöst anzusehen sind, konnte man an den Einbau der Stehbolzen in den Kessel herangehen.

c) Wohl gelingt es, einen Stehbolzen mit engen Herstellungstoleranzen auch bezüglich der Durchmesser zu fertigen, schwieriger ist es jedoch, ein Gewindeloch von entsprechender Genauigkeit in den Kessel zu schneiden. Hierzu werden vorzugsweise (wenigstens in den Ausbesserungswerken) bewegliche elektrische oder mit Preßluft betriebene Werkzeuge verwendet. Die nicht ganz ausschaltbaren äußeren Kräfte der beweglichen Maschinen beeinflussen die Genauigkeit des hergestellten Loches insbesondere im Kerndurchmesser jedoch mehr als der Toleranz des Stehbolzens entspricht. Das Bestreben, im Gewinde durch Übermaß dichte Stehbolzen einzubauen, erbrachte keinen vollen Erfolg, um so mehr als auch der Werkstoff der Stehbolzen und namentlich auch des Kessels seinen Einfluß geltend machte. Dies führte dazu, von vornherein auf einen lediglich durch Einschrauben dichten Stehbolzen zu verzichten und ein geringes Aufdornen in Kauf zu nehmen. Die genaue Gewindeform muß aber so-

wohl im Bolzengewinde als auch im Muttergewinde beibehalten werden.

Neben diesen technisch wirtschaftlichen Fragen der Form und des Einbaus der Stehbolzen spielt die Massenherstellung der Stehbolzen wieder eine größere Rolle. Nachdem die konstruktive Seite einen wesentlichen Fortschritt erfahren hat, muß sie wieder in Angriff genommen werden. Da der Preis des Baustoffs einen erheblichen Einfluß hat, so ist es nahe liegend, an Werkstoffkosten durch Verformung des Rohlings zu sparen. Ersparnisse am Werkstoff werden aber teilweise aufgehoben durch Lohnaufwand für Verformungsarbeit. Dieser Lohnaufwand kann nur durch maschinelle Verformung niedrig gehalten werden, die sich aber nur bei Großfertigung lohnt. Die Abb. 1 zeigt den Anteil der Verspannung bei der Stehbolzenherstellung für einen 32er Stehbolzen in Abhängigkeit von der Länge. Hierbei ist jedoch die Häufigkeit des Verbrauchs der einzelnen Abmessungen zu berücksichtigen. Längen unter 110 mm und über 165 mm fallen in so geringer Zahl an, daß sich eine Verformung nicht lohnt. Die Verspannung bewegt sich bei geschnittenen Stehbolzen zwischen 59 v. H. des Fertiggewichts eines Stehbolzens 26 . 110 mm und 92 v. H. eines Stehbolzens 32 . 165. Diese Zahlen sinken beim gewalzten

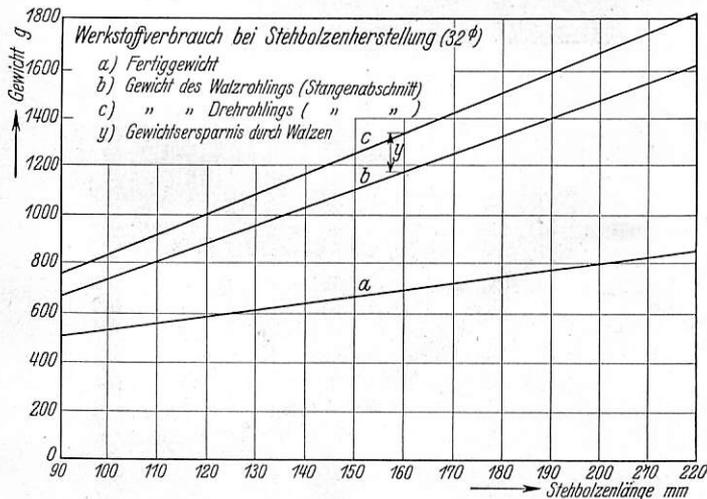


Abb. 1. Werkstoffverbrauch bei der Stehbolzenherstellung.

Stehbolzen auf 38 v. H. bzw. 72 v. H., d. s. 20 bis 24 v. H. weniger. Der Verspannungsverlust verliert jedoch an Bedeutung bei niedrigem Kupferpreis (z. Z. rund 0,60 RM/kg gegen etwa 1,60 RM im Jahre 1931).

Ferner wirkt erschwerend die große Anzahl der benötigten Abmessungen. Bei fünf Durchmesserstufen (26, 28, 30, 32, 34 mm) kommen je bis zu 22 Längsstufen, im ganzen also 110 Abmessungen in Betracht. Wenn man das Verformungsverfahren auf die am meisten gebrauchten Abmessungen beschränkt, wird man zwar immer noch erhebliche Mengen hochwertigen Werkstoffs ersparen. Ein Nachteil ist jedoch die Lagerhaltung derartig großer Sortenzahlen, um so mehr als eine Vorermittlung des Bedarfs erschwert und abhängig von dem Zustande der eingehenden Fahrzeuge und ihrer Kessel ist. Diese Fragen drängen für eine große Verwaltung zur Zusammenfassung der Stehbolzenwirtschaft in Verbindung mit dem Herstellungswerk. Hier können für plötzliche größere Anforderungen Bestände gelagert oder kurzfristig hergestellt werden, so daß Lieferung in wenigen Tagen möglich wird. Die Zusammenfassung wird notwendig bei Anwendung des Gewindewalzverfahrens bei der Stehbolzenherstellung.

Die sehr bedeutenden Fortschritte, welche in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Herstellung der kaltgepreßten und gewalzten Schraube aus Stahl hinsichtlich Präzision und Toleranz erzielt wurden, ließen den Gedanken aufkommen, das

Kaltwalzverfahren auch bei Kupferstehbolzen anzuwenden. Der Verwirklichung dieses Gedankens setzten sich verschiedene Schwierigkeiten entgegen. Abgesehen von der Genauigkeit der zu fertigenden Bolzen, mußten auch die Umstellungszeiten der Maschinen, auf welchen die Bolzen gewalzt werden, möglichst kurz bemessen sein, wenn andere Abmessungen der Bolzen (Durchmesser und Länge) hergestellt werden sollten. Es galt vor allem drei Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

1. Die Genauigkeit des Außen-, Flanken- und Kerndurchmessers mit einer höchstzulässigen Toleranz von 0,05 mm sollte die gleiche sein wie bei geschnittenem Gewinde.

2. Beide Gewindeteile sollten in einem Zuge, d. h. in einem Arbeitsgang der Maschine hergestellt werden können, ohne daß der höchstzulässige Steigungsverzug von — 0,06 mm auf die Gesamtschraublänge überschritten wird.

3. Die Umstellung auf andere Abmessungen der Stehbolzen (Durchmesser und Länge) sollte rasch und sicher möglich sein, um die tägliche Nutzarbeitszeit der Maschine auf ein Höchstmaß zu bringen.

Diese Anforderungen erfüllt eine von der Firma J. G. Kayser A.-G., Nürnberg, gemeinsam mit dem Verfasser entworfene und von der vorgenannten Firma erbaute, zum deutschen Reichspatent angemeldete Maschine.

Die Maschine liefert einen vollkommen lehrhaltigen Stehbolzen und zwar bei einer minutlichen Leistung von 20 bis 22 Stück. Dies bedeutet eine etwa 15fache Verminderung der Fertigungszeit gegenüber dem bisher gebräuchlichen Schneiden des Gewindes auf der Drehbank. Ganz abgesehen von dieser Arbeitszeitverminderung, ist mit dem Anwalzen des Gewindes eine Stoffersparnis von 20 v. H. und mehr verbunden (s. Abb. 1), da bekanntlich der Bolzen sich um die halbe Gewindetiefe aufwalzt und infolgedessen der gewindelose Bolzen einen entsprechend schwächeren Durchmesser benötigt. Die Abnutzung der Gewindewalzbacken ist außerdem eine verschwindend geringe, so daß eine größere Gewähr für Einhaltung der Fertigungstoleranzen auf eine längere Arbeitszeitdauer gegeben ist. Zudem ist die Festigkeit der gewalzten Schrauben gegenüber der der geschnittenen eine ganz bedeutend höhere, da die Längsfaser des Werkstoffs nicht durchgeschnitten, sondern entsprechend der Form des Gewindegangs nur gedrückt wird. Endlich ist die Oberfläche des Gewindes in den Flankenanlagen sauberer und die Korndichte im Gewindekern größer als bei der geschnittenen Schraube, wodurch die Dichtung begünstigt wird (Abb. 2 und 3). Die Haltbarkeit der in die Kessel eingebauten Stehbolzen ist bis jetzt nicht geringer als diejenige der geschnittenen Stehbolzen, jedoch ist die Versuchszeit noch zu kurz, um ein abschließendes Urteil abzugeben.

Zum Gewindewalzen kann jedoch nur ein Kupfer verwendet werden, welches den höheren Anforderungen der Kaltverformung gewachsen ist. Es hat sich gezeigt, daß Kupfer mit äußerlich nicht erkennbaren Werkstoffehlern beim Gewindewalzen kein lehrhaltiges Gewinde erhielt. Eine genauere Untersuchung dieser Werkstücke deckte Fehler im Werkstoff auf, die beim Gewindeschneiden mit Drehstählen nicht erkannt werden konnten. Das Gewindewalzen bedeutet also eine zusätzliche Güteprüfung, die neben der Verbilligung der Herstellung ein besseres Erzeugnis gewährleistet.

Nachstehend sei die zur Herstellung der Stehbolzen dienende Gewindewalzmaschine kurz beschrieben (Abb. 4).

Da die zu verarbeitenden Bolzen nicht automatisch, sondern von Hand den Walzwerkzeugen zugeführt werden müssen, wurde die bekannte, horizontal arbeitende Bauart der Maschine gewählt. Mit Rücksicht auf den beim Gewindewalzen entstehenden, ziemlich hohen seitlichen Flächendruck, ist der Maschinenkörper reichlich stark bemessen und an der Arbeitsstelle mit Verstärkungsrippen versehen. Außerdem wurde der

offene Teil der Maschine noch mit starken Schraubenbolzen verspannt, um jede Ausbiegung und Durchfederung zu verhindern und alle der Genauigkeit des Gewindes schädlichen Momente auszuschalten. Der durch Kurbelgetriebe und Schubstange bewegte Backenschlitten läuft in einer Gerad-

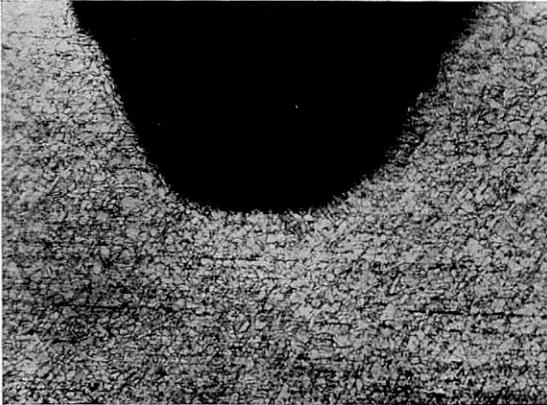


Abb. 2. Gefüge eines Stehbolzens mit geschnittenem Gewinde.

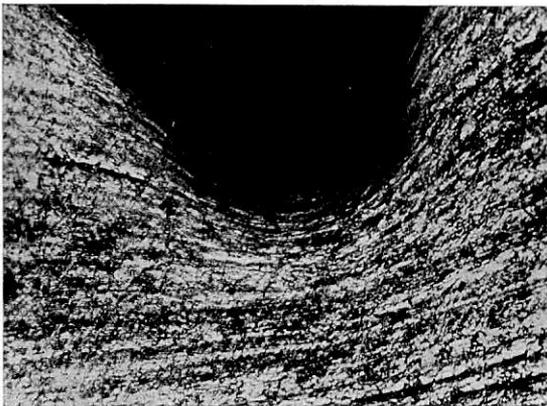


Abb. 3. Gefüge eines Stehbolzens mit gewalztem Gewinde.

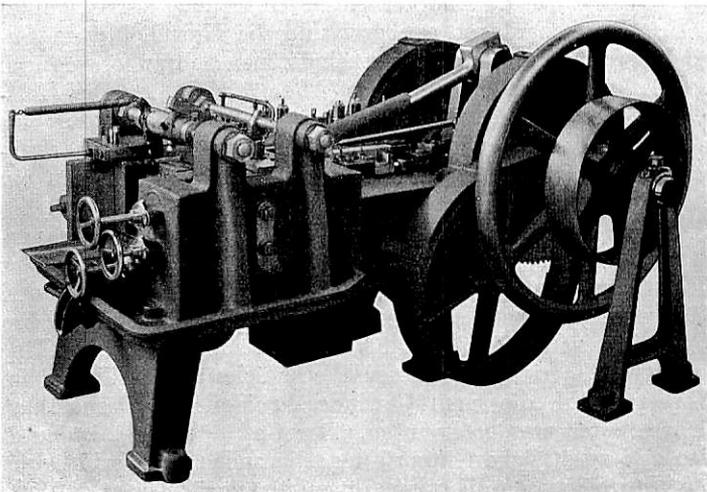


Abb. 4. Gewindewalzmaschine für Stehbolzen.

führung, welche ein Hochsteigen des Schlittens beim Walzen des Gewindes unbedingt verhindert. Der seitliche Flächen-  
druck des Schlittens wird von einer nachstellbaren Phosphorbronzeleiste aufgenommen, mit welcher jedes etwa mit der Zeit entstehende Spiel in der Geradföhrung sofort wieder ausgeglichen werden kann. Die Kurbel zur Bewegung des Walzschlittens wird durch doppelte Zahnrüderübersetzung aus

Spezialguß mit geschnittenen Zähnen angetrieben; dadurch wird ein ruhiger, gleichmäßiger Gang der Maschine verbürgt. Die im Backenschlitten befindlichen beiden Walzbacken aus Sonderstahl sind gleich den im gegenüberliegenden Backenkasten angeordneten Walzbacken in ihrem Höhenabstand

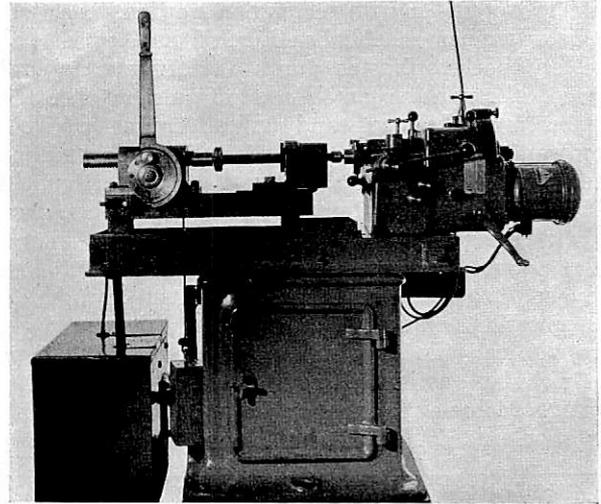


Abb. 5. Ankörnbohrmaschine.

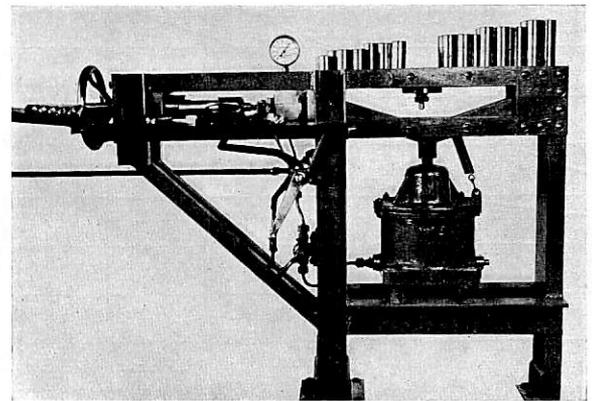


Abb. 6. Presse für Bezeichnung und Mitnehmer.

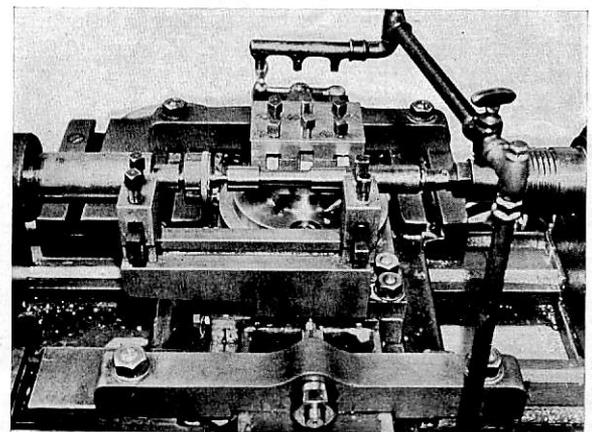


Abb. 7. Drehbank zum Vordrehen.

durch geschliffene feste Endmaße gesichert, wodurch die Einhaltung des Steigungsverzugs von  $-0,06$  mm auf die Einschraublänge gewährleistet ist. Die im feststehenden Backenkasten angeordneten beiden Walzbacken sind jede für sich durch Stellkeile seitlich verstellbar und außerdem kann das ganze System — Walzbacken und Endmaße — geschlossen gegenüber den beweglichen Backen in der Höhe verstellt werden.

Die verschiedenen Keile werden durch Spindeln mit Trapezgewinde mittels an der Außenseite des Maschinenkörpers angebrachten Handrädern mit Teilscheibe verstellt; Verstellungen der Backen bis zu  $\frac{1}{100}$  mm sind möglich. Die Maschine arbeitet mit Einstoßvorrichtung, d. h. die Stehbolzen werden von Hand aus in eine Aussparung gesteckt und von

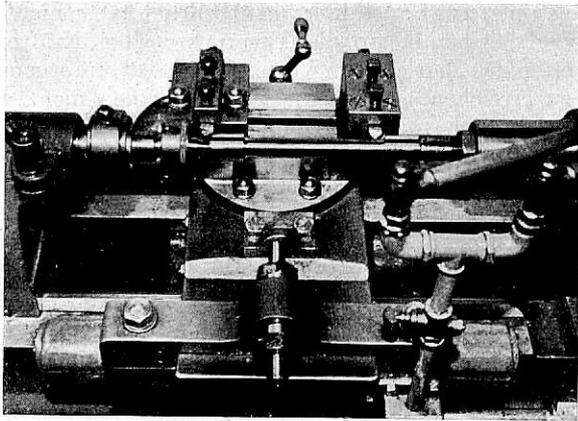


Abb. 8. Drehbank zum Fertigdrehen.

hier aus mittels Hubscheibe und federnder Einstoßstange den Walzbacken zugeführt. Nach Beendigung des Walzvorgangs werden die Bolzen durch eine an der Maschine angebrachte und mit dem beweglichen Backenschlitten in Verbindung stehende Auswerfvorrichtung aus der Maschine geworfen. Die Zubringervorrichtung ist denkbar einfach und arbeitet zuverlässig, so daß die Bedienung der Maschine keine Schwierigkeiten bereitet. Die Werkzeuge haben geschliffene Gewindeform (Herbert Lindner, Berlin), damit die verlangte Genauigkeit eingehalten wird. Um den Anforderungen an die Genauigkeit des fertigen Stücks zu genügen, um andererseits eine Überbeanspruchung der Maschine oder des vor-

gearbeiteten Werkstücks auszuschließen, ist eine Vorbehandlung des Rohlings nötig. Dadurch geht allerdings ein Teil des Zeitgewinns verloren. Aber die Erfahrung hat gelehrt, daß durch Anwendung geeigneter Arbeitsmaschinen eine ziemlich hohe Genauigkeit wirtschaftlich erreicht werden muß und kann.

Nachdem die Rohlinge aus Vollkupfer von der Stange abgesägt sind, werden sie nach dem Außendurchmesser durch Bohren angekörnt, um genaues Rundlaufen zu sichern. (Bohrmaschine mit selbsttätigem Vor- und Rücklauf mit selbstgebauter Einspannvorrichtung, Abb. 5.)

Im dritten Arbeitsgang wird durch eine Druckluftpresse mit Kniehebelübersetzung auf der einen Stirnseite des Werkstücks die Abmessung und das Herstellerwerk und gleichzeitig auf der andern der Mitnehmer für die Weiterbearbeitung eingepreßt (Abb. 6).

Im vierten Arbeitsgang werden mit drei Stählen gleichzeitig Schaft und Gewindeenden vorgedreht und mit zwei weiteren Stählen die Kanten gebrochen (Abb. 7).

Auf einer Fertigdrehbank werden durch feststehende Werkzeuge die Gewindeenden auf das für das Walzen erforderliche genaue Maß gebracht (Abb. 8).

Zu den Dreharbeiten werden hochwertige Schneidmetalle verwendet, welche allein bei Kupfer die Schneidhaltigkeit der Werkzeuge gewährleisten.

Zu diesen Verbesserungen des Arbeitsverfahrens kommen als weitere noch: Die Verringerung der Griffzeiten, die Abbremsung der leer nachlaufenden Drehbankspindeln, mehrspindelige selbsttätige Bohrmaschine für die Herstellung der durchgehenden Bohrung nach dem Walzen u. a. m.

Es hat sich gezeigt, daß bei richtiger Arbeitsvorbereitung und technischer Durchbildung der Arbeitsverfahren die größere Genauigkeit des Werkstücks kein Hinderungsgrund mehr für die wirtschaftliche Massenfertigung ist, die bei geringeren Gestehungskosten ein besseres Erzeugnis liefert.

## Die Umbauten an der Elstertal- und an der Göltzschtalbrücke.

Von Reichsbahnrat Weiß, Dresden.

Hierzu Tafel 24.

Beim Bau der Eisenbahnlinie von Leipzig nach Hof (1846 bis 1851) entstanden im Vogtland die gewaltigen Bauten für die Überbrückung der tief eingeschnittenen Täler der Elster und der Göltzsch. Die Göltzschtalbrücke ist noch heute die größte Steinbrücke der Welt (Abb. 1). Sie ist 574 m lang;

umfaßt 60000 m<sup>3</sup> Mauerwerk, darunter 31000 m<sup>3</sup> Ziegelmauerwerk, und kostete 1050000 Taler.

Beide Brücken sind eine Zierde der Landschaft. In ihren

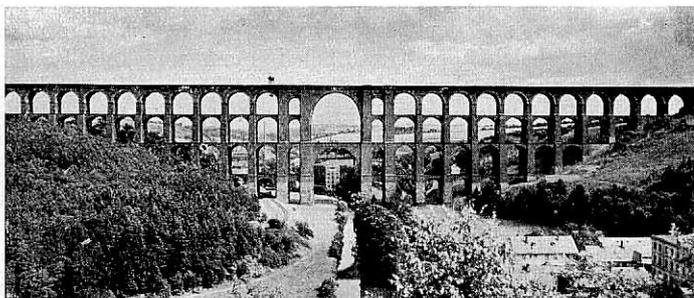


Abb. 1. Göltzschtalbrücke.

die Fahrbahn liegt 79 m über dem Gelände und 92 m über der Gründungssohle. Das Bauwerk umfaßt 135000 m<sup>3</sup> Mauerwerk, darunter 72000 m<sup>3</sup> Ziegelmauerwerk, zu dem 26 Millionen Ziegelsteine verarbeitet wurden. Die Baukosten betragen 2200000 Taler.

Die Elstertalbrücke (Abb. 2) ist 280 m lang, 68 m hoch,



Abb. 2. Elstertalbrücke.

wuchtigen und doch gefälligen Formen, vereint mit dem warmen, roten Ziegelton, erregen sie immer wieder die Bewunderung des Beschauers.

80 Jahre hindurch haben sie treu ihre Pflicht erfüllt. Abgesehen von der laufenden Unterhaltung sind in dieser langen Zeit keine Bauarbeiten an ihnen nötig gewesen. Der

erste größere Umbau wurde erst in den letzten Jahren erforderlich. Die Fahrbahn der Brücken war den immer größer werdenden Lokomotivlasten nicht mehr gewachsen.

Ein Eingriff in so gewaltige Bauwerke rechtfertigt einen kurzen geschichtlichen Rückblick. Beim Durchblättern der alten Akten gewinnt man ein anschauliches Bild über die Schwierigkeiten, mit denen die Altmeister der Zunft zu kämpfen hatten. Da damals noch keine Erfahrungen und auch keine Beispiele für so große Brückenbauten vorlagen, entschloß man sich zu einem öffentlichen Preisausschreiben. Von den 81 für beide Brücken eingereichten Entwürfen waren nur wenige einigermaßen wissenschaftlich durchgearbeitet, keiner war ohne weiteres verwendbar; manche wirkten geradezu grotesk, so z. B. ein hölzernes Sprengwerk mit zehn bewohnbaren Geschossen, anscheinend als Gefängnis gedacht. Es ist keiner dieser Entwürfe ausgeführt worden. Der Obergeringieur der Bahn, der Pionierhauptmann Wilke, benützte die Anregungen des Preisausschreibens zu neuen Entwürfen, die zur Ausführung genehmigt wurden. Danach ist die Göltzschtalbrücke als massive Steinbrücke in vier Stockwerken und die Elstertalbrücke als ebensolche in zwei Stockwerken gebaut worden (Abb. 1 und 2).

Das „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ schrieb im Jahre 1851 anlässlich der Fertigstellung der Göltzschtalbrücke wie folgt:

„Mit voller Befriedigung kann man das Bauwerk betrachten, dessen riesige Höhenmaße einen ebenso überraschenden Eindruck machen, als dessen Gründung auf Grünstein und musterhafte Ausführung für Solidität und Ausdauer volle Bürgschaft bieten, und man steht im Zweifel, ob mehr die Kühnheit des Gedankens oder die musterhafte Ausführung den Ruhm davontragen.

Möge sich die Aufmerksamkeit des technischen Publikums auf dieses, in seiner Gattung großartigste Werk im Eisenbahnfach des alten und neuen Kontinents, richten. Ein ähnlicher etwas kleinerer Viadukt ist im Elstertale der Vollendung nahe.“

Daß die verantwortlichen Ingenieure bei der Kühnheit des Unternehmens in jener stürmisch vorwärtsdrängenden Zeit manchen Angriffen ausgesetzt waren, ist natürlich. Der Professor Schubert an der Dresdner Technischen Bildungsanstalt bezeichnete die Wilkesche Planung als unwissenschaftlich und technisch unmöglich, „schon wegen dem Ängstlichen auf der schwindelnden Höhe“. Ein sich als Gelehrter bezeichnender Zeitgenosse stritt den Sachsen überhaupt die Fähigkeit zu solchen Werken ab, da nach seiner Meinung bei der in Sachsen vorherrschenden humanistischen Bildung in diesem Lande niemand zu finden wäre, der Probleme dieser Art zu lösen imstande sei.

Die Angriffe von allen Seiten nahmen derartige Formen an, daß das Direktorium dem Obergeringieur versprach, „ihn nötigenfalls gegen Angriffe von Laien decken zu wollen“, wofür der energische Wilke seinen Dank aussprach, mit dem Zusatze, „daß er sich zur Zeit noch nicht gescheut habe, gegen Angriffe aller Art auch allein zu Felde zu ziehen, und daß er dies, wenn er für seine Überzeugung kämpfen müsse, auch fernerhin zu tun gedenke!“

Seiner Tatkraft gelang es, die beiden stolzen Bauwerke in fünf Jahren zu errichten. Imponierend und vorbildlich ist die Auffassung, die Wilke von seinem Beruf als Baumeister hatte. Der tiefe Ernst und das ausgeprägte Verantwortungsbewußtsein, die ihn beseelten, kehren in jedem Berichte wieder. Auf eine Anregung seiner vorgesetzten Behörde nach weiteren Ersparnissen am Kostenanschlag erwidert er wie folgt: Die Hauptaufgabe sei, diese gewaltigen Bauten unter allen Umständen so herzustellen, daß auch in den fernsten Zeiten weder bedeutende Reparaturen noch ein gänzlicher Neubau erforderlich werde. Dieses Ziel hänge von der Sicherheit der Gründung,

vom Baumaterial, von der Güte der Ausführung und von der Bauform ab. Bei der Gründung könne der Kostenpunkt nicht in Betracht kommen, denn Bauwerke jeder Art müßten ein Fundament bekommen, daß der Sachverständige wie der Laie die völlige Überzeugung von der absoluten Zuverlässigkeit gewönne. Auch bezüglich Material und Bauform müsse jeder Zweifel schwinden. Theoretische Formeln und abstrakte Lehrsätze seien zwar auch hier unentbehrlich, aber nicht allein maßgebend. Überall, wo die Theorie mit den Kräften und Fertigkeiten des Menschen in Verbindung tritt, um irgendeinen Zweck zu erreichen, werden die letzteren einen nicht minder wichtigen Faktor für das Gelingen oder Mißlingen bilden als die ersteren und zwar um so mehr, je größer die Anzahl der beschäftigten Hände ist.

Nachdenklich stimmt uns die Höhe der Gehälter und Löhne in jener glücklichen Zeit. Das Monatsgehalt eines Ingenieur-Assistenten betrug 60 *R.M.*, das eines Bauschreibers 50 *R.M.*, das der Schirrmeister 39 *R.M.* Die Maurer arbeiteten in Akkord. Ihr Tagesverdienst schwankte zwischen 1,20 und 2,50 *R.M.*

Auf den Gewölben des obersten Stockwerks der Brücken ist die Fahrbahn auf Spandrillmauern aufgeständert. Die Abb. 1 und 2, Taf. 24, zeigen den Querschnitt des oberen Teils der Brücken vor dem Umbau. Bei der Elstertalbrücke sind vier, bei der Göltzschtalbrücke fünf Spandrillräume vorhanden. Über den Kämpfern erreichen die Räume eine Tiefe von 6 m bei der Elstertalbrücke und von 2,75 m bei der Göltzschtalbrücke.

Die Gewölbebreite beträgt bei beiden Brücken 7,95 m. Die Auskrugung der Abdeckplatten gewährte bei einem Gleisabstand von 3,50 m gerade noch einen Geländerabstand von 2,20 m. Die freien Räume zwischen den Spandrillmauern wurden durch 21 cm starke Granitplatten überbrückt. Über den Granitplatten lag eine Schutzschicht aus Ziegeln, die in gutem Mörtel verlegt waren. Darüber lagen die Gleise in Schotterbett.

Für die Durchsicht und Unterhaltung des Mauerwerks waren bei beiden Brücken gleichartige Besichtigungseinrichtungen vorhanden. Sie bestanden im oberen Teile der Bauwerke aus einem die beiden Gleise überspannenden Portalgerüst, das über die ganze Länge der Brücken bewegt werden konnte. Ein großer Nachteil dieser Anordnung bestand darin, daß das Gerüst in die Umgrenzung des lichten Raumes hineinragte (Abb. 1 und 2, Taf. 24). Es war daher auch schon des öfteren durch verschobene Ladungen umgerissen worden. Der obere Teil des Gerüsts ragte auf beiden Seiten über die Brückengeländer hinaus und war als Kranbahn ausgebildet. Von den Auslegern konnten Besichtigungskörbe bis auf die Plattform des zweiten Stockwerks bei der Göltzschtalbrücke und des ersten Stockwerks bei der Elstertalbrücke hinabgelassen werden. Für die Durchsicht der Gewölbeleibungen und der Pfeilerflächen quer zur Brückenachse diente eine Bühne, die an Stelle der beiden Besichtigungskörbe an das Portalgerüst angehängt wurde. Auf den Abb. 1 und 2 ist diese Besichtigungseinrichtung zu sehen. Der Durchsicht der beiden unteren Geschosse der Göltzschtalbrücke und des unteren Geschosses der Elstertalbrücke kam der Umstand zugute, daß sich die Brückenbreite nach oben zu verjüngt. Die Pfeiler der oberen Brückenhälften treten so weit zurück, daß auf beiden Seiten der mittleren Plattform durchgehende Besichtigungswege frei bleiben (Abb. 5 und 8). Von diesen Wegen aus ist die Durchsicht der unteren Brückenhälften mit Hilfe fahrbarer Auslegerkrane möglich.

Die Granitplatten über den Spandrillräumen zeigten sich den immer größer werdenden Lasten nicht mehr gewachsen. Die Anzeigen über gesprungene Platten häuften sich von Jahr zu Jahr. An der Elstertalbrücke, deren Sparräume, wie schon erwähnt, besonders tief waren, hatten auch die Spandrillmauern selbst gelitten. Sie wiesen an einigen Stellen horizontal

verlaufende Risse auf, die auf die Schlingerbewegungen der Züge zurückzuführen waren (Abb. 1, Taf. 24). Wenn man sich während der Überfahrt eines Zuges in den Sparräumen unter der Fahrbahn aufhielt, konnte man die durch das Schlingern der Züge hervorgerufenen seitlichen Schwankungen deutlich wahrnehmen.

Bei beiden Brücken bekam das Tageswasser durch die mangelhafte Isolierung und die Sprünge der Granitplatten Zutritt zu den Sparräumen. Die Wände triefen vor Nässe, und noch im Mai konnte man die Eisbildungen vom Winter her in den Sparräumen beobachten. Die Nässe drang auch an vielen Stellen in die Gewölbe selbst ein, wodurch ihr Zustand merklich litt.

Man half sich zunächst dadurch, daß man Stempel unter die gesprungenen Granitplatten unterzog; auch wurde das Befahren der Brücken mit schwersten Lokomotiven verboten. Diese Maßnahmen waren aber nur ein Notbehelf.

Um wieder einwandfreie Verhältnisse zu schaffen, entschloß man sich zu durchgreifender Abhilfe.

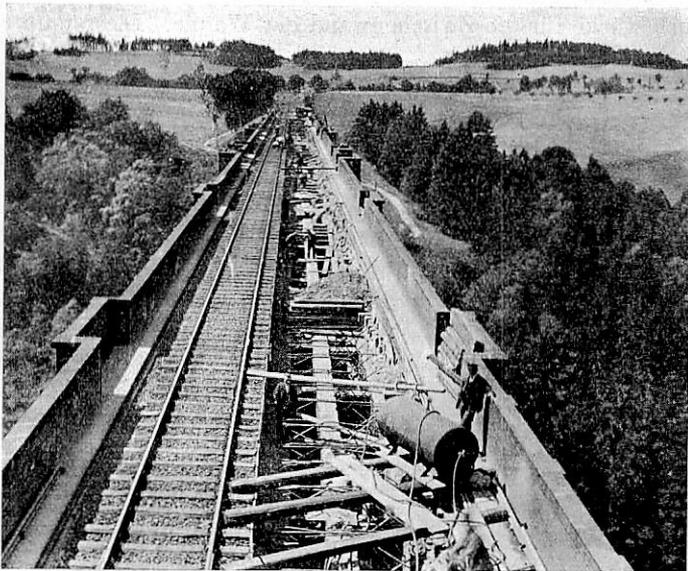


Abb. 3. Elstertalbrücke. Freigelegte Spandrillräume.

Zunächst ging man an den Umbau der Fahrbahn auf der Elstertalbrücke, deren Zustand weitaus bedenklicher war als der der Göltzschtalbrücke. Die Instandsetzung des Bauwerks fand in den Jahren 1924 und 1925 statt. Die Spandrillmauern wurden gegenseitig verankert, ihre Zwischenräume mit Beton ausgefüllt. Darüber wurde auf einem Ausgleichbeton eine einwandfreie Isolierung aufgebracht. Es wurden ferner die breiten Steinbrüstungen abgebrochen und durch schmale eiserne Geländer ersetzt. Dadurch wurde genügend Platz gewonnen, um ein neues profilfreies Besichtigungsgestütz unterzubringen. Die Arbeiten wurden von der Firma August Wolfsholz, Preßzementbau A.-G., Berlin, ausgeführt.

Nach Einführung des eingleisigen Betriebes wurden die Spandrillräume unter dem stillgelegten Gleise freigelegt (Abb. 3). Dann wurden die Ansichtflächen der Sparräumen mit Preßfluthämmern aufgeraut, damit der später einzubringende Beton gut am vorhandenen Mauerwerk haftete.

Die Risse in den Sparräumen und die undichten Stellen der Gewölbe wurden mit Zementmörtel ausgepreßt. Weiterhin wurden zur gegenseitigen Verankerung der gerissenen Mauern sowie zur zugfesten Verbindung der einzelnen Mauerteile mit dem Füllbeton eine große Anzahl schräger und waagerechter Bohrlöcher hergestellt und in diese Bohrlöcher eingekerbte Rundeisenanker mit Preßmörtel eingepreßt. Die Lage dieser Rundeisenanker geht aus Abb. 4 hervor.

Nach dem Verlegen der Eisenanker wurde der Füllbeton in Lagen innerhalb der Sparräume eingestampft und darüber in üblicher Weise die Dichtung und ihre Schutzschicht verlegt.

Bei dem im Jahre 1930 durchgeführten Umbau der Fahrbahn auf der Göltzschtalbrücke entschloß man sich zu einer anderen Lösung. Hier wurde die alte Fahrbahn durch eine auf den Spandrillmauern aufgelagerte Eisenbetonwanne ersetzt. Abb. 3, Taf. 24, zeigt den Regelquerschnitt der neuen Fahrbahn. Der Umfang des erforderlichen Abbruchs ist durch gestrichelte Linien angedeutet. Diese Lösung gestattete auch, den Gleisabstand von 3,50 m auf 4,0 m zu bringen und die Geländer auf 2,50 m Abstand von der nächsten Gleismitte hinauszurücken.

Bei der Aufstellung der Planung mußte auf die Art der Ausführung Rücksicht genommen werden. Die Aufrechterhaltung des zweigleisigen Betriebes während des Baues kam nicht in Frage, weil dadurch die Baukosten stark erhöht worden wären. Aber auch der Umbau bei eingleisigem Betriebe erforderte besondere Maßnahmen. Bei der starken Zugfolge auf der Linie Leipzig—Hof ließ er sich nur dann durchführen,

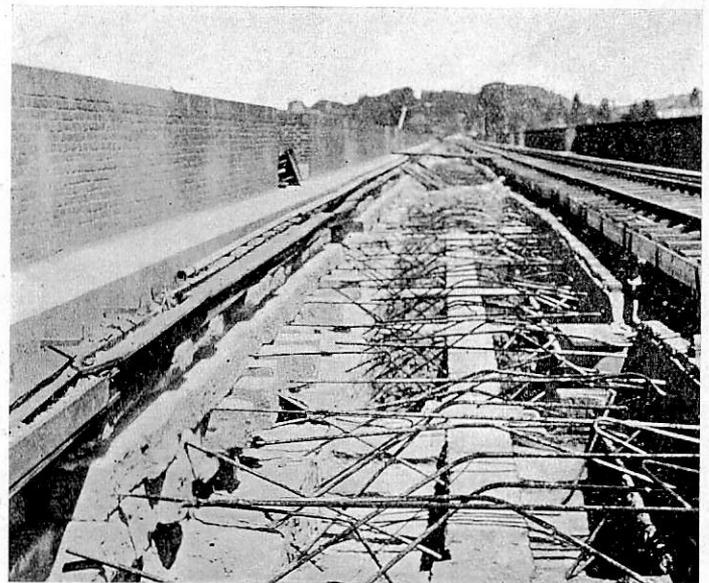


Abb. 4. Elstertalbrücke. Verankerung der Spandrillräume.

wenn die 600 m lange Baustelle mit mindestens 45 km Stunden-geschwindigkeit befahren werden konnte.

Diese Bedingung führte dazu, die neue Fahrbahn durch eine Eisenbetonzwischenwand in zwei Hälften zu unterteilen. Die Wand sollte das Schotterbett des jeweiligen Betriebsgleises gegen die Arbeitsstelle sichern. Sie besteht aus Formstücken in I-Form von je 1,0 m Länge. Die Formstücke kamen auf die Granitplatten in der Brückenachse, die nur wenig beansprucht werden und infolgedessen liegen bleiben konnten, zu stehen. Die Formstücke bildeten mit ihrem unteren Flansch den mittleren Teil der Wannensohle.

Während des ersten Bauabschnitts, Gleis Hof—Leipzig, ruhte die Zwischenwand frei auf der mittleren Granitplatte auf. Um hierbei keinen zu großen Gleisdruck vom Betriebsgleise zu bekommen, wurde sie so weit von diesem abgerückt, daß sie auf das ihm abgewandte Ende der Granitplatte zu stehen kam (Abb. 3, Taf. 24). Beim zweiten Bauabschnitt war sie mit der inzwischen fertiggestellten Wanne des ersten Bauabschnitts fest verbunden und konnte nun trotz ihres geringen Abstandes von diesem Gleise die Betriebslast ohne weiteres aufnehmen.

Die Lösung mit der Zwischenwand wird auch in Zukunft die Gleisarbeiten auf der Brücke erleichtern.

Über der Wanne wird durch einen Ausgleichbeton von

0 bis 36 cm Höhe das Längsgefälle geregelt. Die Isolierung besteht aus zwei Lagen Bitumenpappe mit darüberliegender Ziegelflachsicht in Zementmörtel als Schutzschicht.

Durch den Umbau der Brücke wurde auch die Besichtigungseinrichtung für die beiden oberen Stockwerke betroffen. Ein Portalgerüst kam nicht wieder in Frage, da die Besichtigungskörbe infolge der wesentlichen Verbreiterung der Fahrbahn zu weit von den Stirnflächen der Brücke hätten abgerückt werden müssen. Man entschloß sich deshalb dazu, auf beiden Seiten der Brücke Elektrozüge mit senkbarem Förderkorb anzubringen. Die Fahrbahn für diese Elektrozüge, aus I 28 bestehend, liegt etwa 80 cm vor der Brückenstirnfläche und ist an Querträgern PI 20, die in 5 bis 6 m Abstand unter der Eisenbetonwanne liegen, aufgehängt (Abb. 3, Taf. 24). Für die Durchsicht der Gewölbeleibungen usw. dienen wieder besondere Arbeitsbühnen. Auf Einzelheiten der Ausführung näher einzugehen, würde im Rahmen dieses Aufsatzes

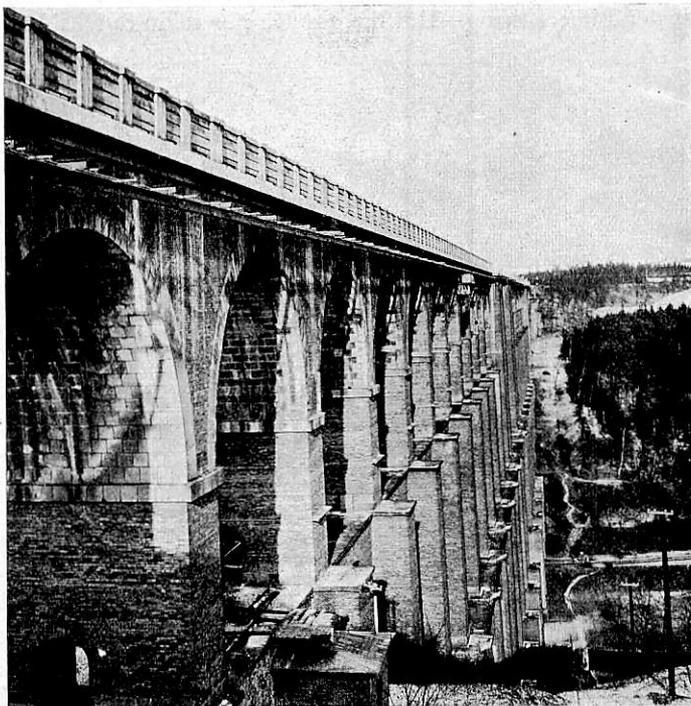


Abb. 5. Neue Besichtigungseinrichtung der Göltzschtalbrücke.

zu weit führen. Abb. 5 zeigt die fertige Besichtigungseinrichtung. Im Hintergrund ist ein Elektrozug zu erkennen. —

Die Arbeiten sind beschränkt ausgeschrieben worden. Es war vorauszusehen, daß diejenige Firma das günstigste Angebot bringen würde, die die Gerüstfrage am günstigsten löste. Sie war bei einem Bauwerk von rund 80 m Höhe und 600 m Länge von ausschlaggebender Bedeutung für die Preisbildung. Die Firma Eisenbeton-Aktiengesellschaft vormals Vetterlein & Co. erhielt den Zuschlag, da sie die Gerüstfrage durch ein sehr geschickt durchgebildetes Hängegerüst gelöst hatte. Etwa alle 2 m wurden die starken Stirnmauern der Brücke mit Preßluftbohrern durchstoßen. An diesen Stellen wurden mittels Drahtseilen Holzböcke nach Abb. 4, Taf. 24, befestigt; auf ihnen wurden die Rüstbohlen und der Brüstungsbelag aufgenagelt oder aufgeschraubt. Außerdem wurden die Böcke wegen der in dieser Gegend häufig vorkommenden Stürme untereinander verschwertet.

Die Bauarbeiten konnten erst nach dem Frühjahrs-Fahrplanwechsel begonnen werden und mußten vor dem Einsetzen des Herbstverkehrs beendet sein. Daraus ergaben sich äußerst knappe Bauzeiten. Obwohl bei der Vergebung des ersten Bauabschnitts noch nicht feststand, ob die verfügbaren

Mittel es zulassen würden, den zweiten Bauabschnitt unmittelbar folgen zu lassen, wurden die Bauzeiten dennoch unter dieser Voraussetzung festgelegt. Es ist dann tatsächlich möglich gewesen, ohne Unterbrechung weiterzuarbeiten. Für den ersten Bauabschnitt wurden 54, für den zweiten nur 48 Arbeitstage zugestanden. Die zweite Frist ist eingehalten worden, die erste wurde beträchtlich überschritten.

Die schmale und äußerst lange Baustelle, der eingleisige Betrieb mit seinem sehr starken Zugverkehr, die abgelegenen Lagerplätze und schließlich die kurzen Vollendungsfristen stellten hohe Anforderungen an den Unternehmer und an die Bauleitung.

In der Zeit vom 5. bis 22. Mai wurden die Vorarbeiten durchgeführt und die erforderlichen Baustoffprüfungen vorgenommen. Diese Vorarbeiten dürfen nicht unterschätzt werden. Sie umfaßten neben dem Aufstellen der Baubaracken das Zurichten des Geländes für die Aufnahme der Förderbahn, den Bau einer 70 m langen und teilweise 3 m hohen Verladebühne für die Abbruchmassen, das Auslegen einer 700 m langen Wasserleitung und schließlich die Herstellung der Eisenbeton-Formstücke für die Zwischenwand der Wanne. Diese mußten

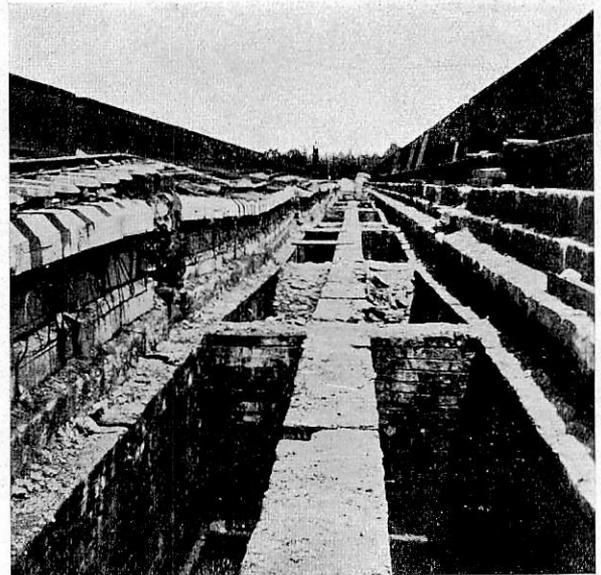


Abb. 6. Göltzschtalbrücke. Freigelegte Spandrillräume.

bei der Aufnahme der eigentlichen Bauarbeiten zum größten Teil fertig betoniert und erhärtet sein. Sie wurden stehend in Holzschalung hergestellt.

Am 23. Mai begannen mit der Einführung des eingleisigen Betriebes die Arbeiten auf der Brücke selbst. Der 630 m lange Oberbau des Gleises Hof—Leipzig wurde in fünf Arbeitsschichten abgebrochen und auf Bahnwagen verladen. Die Beseitigung der Gleisbettungsmassen erforderte 13 Arbeitsschichten. Da in Doppelschichten gearbeitet wurde, waren diese Arbeiten in einer Woche beendet. Nun war die Bahn frei für die Anbringung des Gerüsts und für die Aufstellung der Eisenbeton-Zwischenwand. Beide Arbeiten verzögerten sich aber. Bei der Rüstung stand die Genehmigung durch die Berufsgenossenschaft noch aus und bei der Zwischenwand bereitete die Beseitigung der auf den Granitplatten liegenden Ziegelflachsicht große Schwierigkeiten. Die Ziegel waren seinerzeit in einem ganz hervorragenden Mörtel verlegt worden und mußten jetzt mit Preßluftwerkzeugen herausgestemmt werden. Aus den alten Urkunden geht hervor, daß der Mörtel aus ein Teil Kalk, ein Teil Sand und ein Teil pulverisierter Alaunschieferschlacke vom Alaunberge bei Reichenbach bestand. An Stelle der Alaunschieferschlacke war bei weniger

wichtigen Bauteilen auch Ziegemehl verwendet worden. Auf  $1 \text{ m}^3$  trockenen Mörtel wurde  $0,3 \text{ m}^3$  Wasser zugesetzt. Der beim Abbruch vorgefundene Mörtel wurde in der Staatl. Materialprüf-Anstalt in Chemnitz untersucht. Nach dem Analysenergebnis war das Bindemittel „ein aus tonigen Kalksteinen hergestellter Zementkalk, bei dem sich bekanntlich Kalk mit Tonerde zu Kalkaluminat verbindet“.

Um trotz der verzögerten Gerüstaufstellung den Bau nicht aufzuhalten, mußten die Granitplatten über den Spandrillräumen aus dem Zwange herausgewuchtet werden. Die

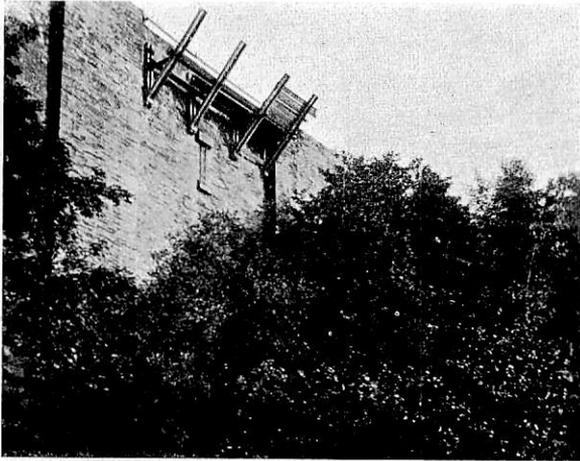


Abb. 7. Göltzschtalbrücke. Anfänge des Gerüstbaues.

$1265 \text{ m}^2$  Granitplatten wurden in 25 Schichten zu sechs Arbeitern aufgenommen. Abb. 6 zeigt die freigelegten Spandrillräume. Links auf dem Bilde ist die inzwischen aufgestellte Eisenbetonwand zu erkennen. Sie erscheint hier im Gegensatz

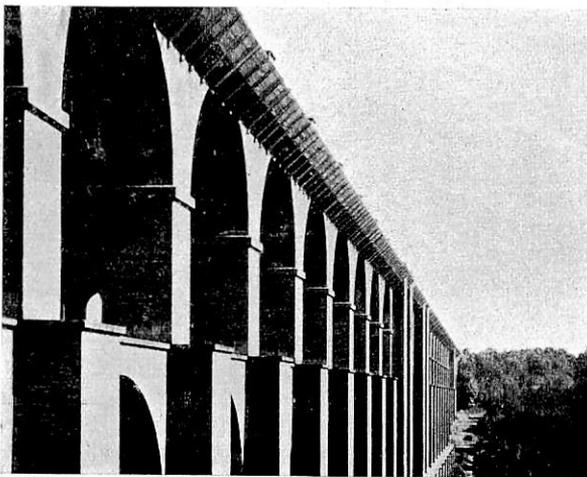


Abb. 8. Göltzschtalbrücke. Fertige Rüstung.

zu Abb. 3, Taf. 24 links vom Gleise Hof—Leipzig, weil das Bild aus der entgegengesetzten Richtung aufgenommen wurde. Die einstweilen hochgebogenen Eisen sind später in die Wannensohle eingebunden worden. Die Verbindung der Zwischenwand mit der Sohle der anderen Wannenhälfte konnte nicht in der gleichen Weise durch einstweilen hochgebogene Eisen erfolgen, denn die Nähe des Betriebsgleises ließ das nicht zu. Man half sich dadurch, daß man in den unteren Flansch der Formstücke kurze beiderseits mit Haken versehene Eisen einbetonierte. Da noch nicht abzusehen war, wann der zweite Bauabschnitt ausgeführt werden würde, wurden die Eisen, damit sie nicht verrosteten, so weit zurückgesetzt, daß der für den Anschluß bestimmte Haken nicht aus dem Flansch herausragte. Er kam

in eine Aussparung zu liegen, die mit Sägemehlbeton, der leicht wieder entfernt werden konnte, ausgefüllt wurde (Abb. 3, Taf. 24). Dieses Verfahren hat sich sehr gut bewährt.

Nachdem die Berufsgenossenschaft ihre Bedenken gegen das Gerüst aufgegeben hatte, konnte mit seiner Aufstellung begonnen werden. Die fertig angelieferten Gerüstböcke (Abb. 4, Taf. 24) wurden längs der Brüstung verteilt. Dann wurde das Ende eines auf einer einfachen Kabelwinde aufgerollten Drahtseils von der Brücke aus durch das Bohrloch nach außen geschoben und mit einem Feuerwehrraken über

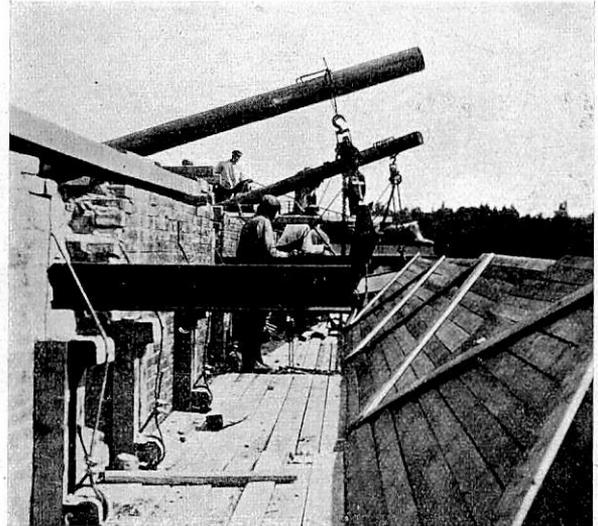


Abb. 9. Göltzschtalbrücke. Herstellung der Fahrbahn für die Elektrozüge.

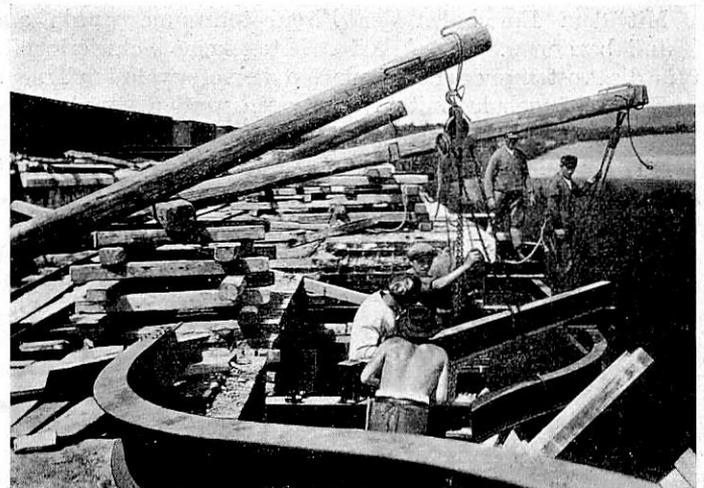


Abb. 10. Göltzschtalbrücke. Herstellung der Fahrbahn für die Elektrozüge.

die Brüstung zurückgeholt, um dort mit Seilklemmen am oberen Ende des Hängebockes befestigt zu werden. Hierauf wurde der Gerüstbock über die Brüstung bis zur Montagehöhe hinabgelassen und ausgerichtet. Nachdem dann das Drahtseil durch die Winde straff angezogen worden war, wurde es am Bohrloch durch Seilklemmen gesichert und alsdann gekappt. Innerhalb des Bohrloches ist das Drahtseil mit Zementmörtel eintorkretiert worden. Der Rüstungsbelag wurde von den Enden her vorgetrieben. Das  $548 \text{ m}$  lange Gerüst ist in 18 Arbeitstagen fertiggestellt worden. Abb. 7 zeigt die ersten Anfänge des Gerüstbaues. Auf den Abb. 8 und 9 ist die fertige Rüstung zu sehen.

Der Abbruch der Ziegelmauerbrüstung und des Mauerwerks der Gangbahnen bot keine Schwierigkeit. Man kam mit Keilen und Brechstangen aus. Die größten Quader hatten ein Gewicht von 700 kg. Trotzdem wurde auf das Aufstellen von Kranen verzichtet, denn bei der langgestreckten Baustelle und den kleinen Massen in einem Querschnitt hätten sie unwirtschaftlich gearbeitet und außerdem den Transport der Abbruchmassen behindert. Der Abbruch wurde in zwei Schichten vortrieben. Bei Tagesleistungen von  $60 \text{ m}^3$  war er in 20 Arbeitstagen beendet.

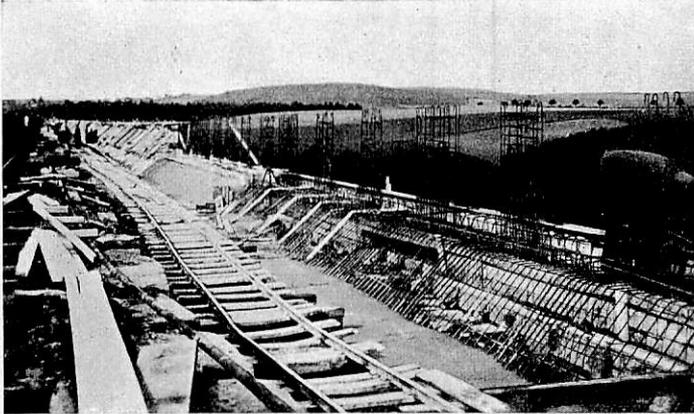


Abb. 11.

Göltzschtalbrücke. Betonieren der Eisenbetonwanne.

Vor der Herstellung der Eisenbetonwanne mußten die Träger für die Elektrozüge der Besichtigungseinrichtung verlegt werden. Die Querträger wurden von oben eingesetzt, die Längsträger mit Hilfe von Flaschenzügen an Auslegern (Abb. 9 und 10).

Mit dem Einschalen der Eisenbetonwanne wurde am 12. Juli begonnen. Die Arbeiten boten keine Schwierigkeit, da für die Absteifung der Kragplatten die vorerwähnten Träger der Elektrohängebahn mit herangezogen werden konnten.

Zur Betonbereitung dienten zwei Mischmaschinen mit je 500 l Trommelinhalt, die an den Brückenköpfen aufgestellt waren. Betoniert wurde in Doppelschichten von Brückenmitte aus. Für die Eisenbetonplatte von 20 cm Stärke wurden Leistungen von durchschnittlich  $130 \text{ m}^2$  je Doppelschicht erzielt (Abb. 11). Das Geländer wurde ebenfalls in Eisenbeton ausgeführt. Es besteht aus einzelnen Pfeilern, die aus der Fahrbahnplatte herauskragen und die durch 8 cm starke Eisenbetonplatten verbunden sind (Abb. 11 und 12). Der Geländerholm wurde nach dem Einschleiben der Eisenbetonplatten eingeschalt und betoniert. Dehnungsfugen wurden sowohl in der Eisenbetonplatte mit dem darüberliegenden Magerbeton, der das Brückenlängsgefälle herstellt, als auch im Holm des Geländers alle 15 bis 17 m angeordnet.

Das Aufbringen der Abdichtung und die Herstellung der Ziegelflachsicht als Schutzschicht mit etwa  $2200 \text{ m}^2$  für eine Brückenhälfte erfolgte in zwölf Arbeitstagen mit Doppelschichten (Abb. 12).

Am 28. August, nach 79 Arbeitstagen, waren die Arbeiten an der ersten Brückenhälfte beendet.

Beim zweiten Bauabschnitt fielen die Schwierigkeiten, die den ersten verzögert hatten, fort. Hier konnte, dem Bauprogramm entsprechend, als erstes das Gerüst aufgestellt werden. Dadurch wurde der Abbruch der alten Mauerwerksmassen, der jetzt von oben nach unten durchgeführt wurde, ganz wesentlich erleichtert. Es kam auch hinzu, daß beim

zweiten Bauabschnitt bedeutend bessere Leistungen aus den Arbeitern herausgeholt werden konnten, denn die Leute waren eingearbeitet. Auch beim zweiten Bauabschnitt wurde fast durchweg in zwei Schichten gearbeitet. Nachts wurde die Baustelle elektrisch beleuchtet.

Die zweite Fahrbahnhälfte wurde vertragsgemäß in 48 Arbeitstagen vollendet. Wenn auch der ursprünglich vorgesehene Endtermin für den gesamten Umbau nicht eingehalten werden konnte, so entstanden dadurch dennoch keine betrieblichen Schwierigkeiten, denn die Wirtschaftskrise hatte

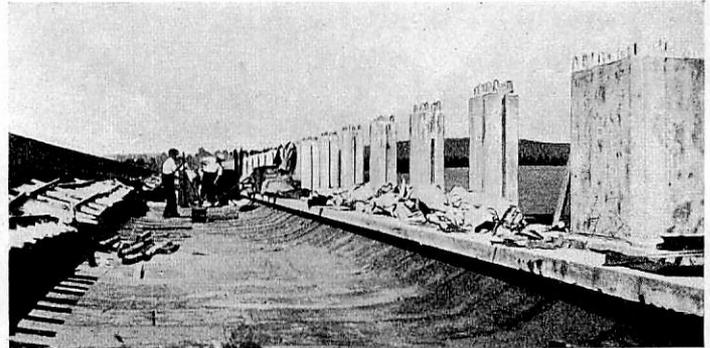


Abb. 12.

Göltzschtalbrücke. Abdichten der Wanne.

den sonst so lebhaften Herbstverkehr ganz wesentlich herabgemindert. Abb. 13 zeigt die fertige Brückenfahrbahn.

Die Belegschaftsstärke betrug während des ganzen Baues durchschnittlich 3 Poliere, 4 Vorarbeiter, 20 Facharbeiter und 38 ungelernete Arbeiter.

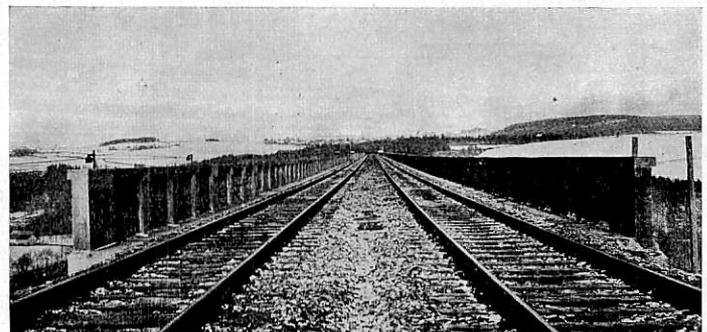


Abb. 13.

Göltzschtalbrücke. Neue Fahrbahn.

Während des Baues ist der eingleisige Betrieb durch zwischenzeitliche Weichenverbindungen auf beiden Seiten der Brücke durchgeführt worden. Abb. 5, Taf. 24 zeigt die Gleislage während des ersten Bauzustandes. Das Gleis Hof—Leipzig wurde nur auf der Brücke selbst abgebrochen. Dadurch entstanden die beiden Stumpfgleise, auf denen die Baustoffe zugeführt werden konnten. Für die Abförderung der Abbruchmassen konnte aus betrieblichen Gründen nur das Stumpfgleis auf der Südseite zur Verfügung gestellt werden. —

Die alten Gedenktafeln aus weißem Marmor, die während der Bauarbeiten vorübergehend entfernt worden waren, wurden wieder an der Brüstung angebracht. Die eine erinnert an die Einweihung durch den Landesherrn, die andere trägt den bedeutsamen Sinnspruch: „Frugiferos celeret motus immobilis ipse“, d. h. „Selbst unbeweglich, beschleunige sie den fruchttragenden Verkehr!“

## Vorkommen des Zählings auf Lärchenschwellen im Bereiche der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ingenieur **Fritz Hromatka**, Hofrat der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Der Holzart nach sind von den 13100000 Stück in der Bahn liegenden Schwellen bei den Österreichischen Bundesbahnen rund 80% Rotlärche, 6% Kiefer und 14% Eiche oder Buche. Rotlärche, Kiefer und Buche können im Lande selbst beschafft werden, während Eiche ausländischer Herkunft ist. Die Österreichischen Bundesbahnen haben mit der engeringigen, aus Lagen über 1000 m kommenden Rotlärche die besten Erfahrungen gemacht. Diese ist sehr widerstandsfähig, auch sind bisher keinerlei Erkrankungen — eine entsprechende Tränkung selbstverständlich vorausgesetzt — festgestellt worden, die eine rasche Zerstörung der Schwelle, namentlich vom Kern her zur Folge gehabt hätten.

Um so schwerwiegender war darum für die Verwaltung die von privater Seite erhaltene Mitteilung — eine Veröffentlichung ist bisher nicht erfolgt — laut welcher eine kernzerstörende Erkrankung bei Kieferschwellen durch den Zehling (*Lentinus squamosus* Schröt.) beobachtet wurde. Solche Beobachtungen wurden erstmalig im Jahre 1926 im Bereiche der Reichsbahndirektion Königsberg, später in den Reichsbahndirektionen Stettin und Breslau, ferner auf einigen Linien der čsl. Staatsbahnen und schließlich auch auf englischen Linien gemacht. Alle bisherigen Berichte stimmen darin überein, daß sich der Pilz vornehmlich im Kernholz der Kiefer festsetzt, daß aber auch der Befall von Lärchenholz möglich sei.

Auf Grund eines ostpreußischen Bahnmeistergutachtens vom 27. Mai 1926 wurden im Herbst 1927 unter Beteiligung der zuständigen Oberbaudezernenten, Oberbaukontrolleure und Bahnmeister mehrere Strecken der Reichsbahndirektion Königsberg besichtigt, das Vorhandensein des Zählings auf Schwellen mit der Jahresmarke 07 bis 14 festgestellt und erhoben, daß es sich fast ausschließlich um geflößte russische Kieferschwellen handelt. Die Art der Tränkung konnte nicht mehr festgestellt werden. Bei den Besichtigungen im Bereiche der Reichsbahndirektionen Breslau und Stettin wurden im Gegensatz zu Ostpreußen nur vereinzelt an Zehling erkrankte Schwellen gefunden. Auch hier handelt es sich ausschließlich um Kieferschwellen. Auffallend ist jedenfalls, daß der Hundertsatz kernfauler Schwellen in Königsberg mehr als dreimal so groß war als in den übrigen Reichsbahndirektionen. Die Ursache wird z. T. darin erblickt, daß während der Kriegszeit ungetränkte Russenschwellen eingebaut wurden und weiters auch darin, daß zu Schneezäunen und anderen Anlagen längs der Bahn Altschwellen in großer Menge herangezogen wurden, durch welche die Verbreitung der Sporen dieses Pilzes und damit die Möglichkeit des Befalles benachbarter Schwellen begünstigt wurde.

Dieser Besichtigung durch die zuständigen Referenten der Reichsbahndirektionen folgte im Jahre 1927 eine eingehende Besichtigung der Königsberger Strecken durch die Herren Dr. Manthey und Pfeifer des Zentralamtes Berlin unter Hinzuziehung des Herrn Dr. Liese der forsttechnischen Hochschule Eberswalde und des Herrn Dr. Peters von der Rütgers-Werke A. G.

Dem Bericht vom 13. November 1928 sei auszugsweise entnommen, daß die Meldung der Reichsbahndirektion Königsberg über neuerliche Wahrnehmungen von Kernholzerstörungen auf Schwellen mit der Marke 1924/22 die Veranlassung dieser eingehenden Besichtigung gegeben hat, wobei die überraschende Feststellung gemacht wurde, daß mehr als 75% aller Erkrankungen von den Bohrlöchern aus erfolgt sei. Die Schwellen waren durchbohrt, aber nicht mit Steinkohlenteeröl ausgegossen worden. Der Befall der restlichen 25% Schwellen erfolgte bei 20% durch die in den Schwellen

vorhandenen Luftrisse, bei 5% durch Übertragung von Aststellen aus.

Die erkrankten Schwellen waren nur mit 45 kg/m<sup>3</sup> Teeröl gegenüber der vor dem Kriege üblichen Tränkung mit 63 kg/m<sup>3</sup> getränkt. Der Bericht stellt ausdrücklich fest, daß bei 63 kg/m<sup>3</sup> mit 7 atü Öldruck und 4 atü Luftdruck das Teeröl einige Millimeter tief in den Kern eindringt, während bei 45 kg, 3½ atü Öldruck und 4 atü Luftdruck ein Eindringen des Öles in das Kernholz überhaupt nicht zu bemerken war. Eine Keimtötung in der Bettung, selbst bei lockerem Steinschlag, sei aussichtslos.

Auch auf einigen Linien der čsl. Staatsbahnen war es möglich, in ausgebauten Schwellenstapeln mit Zehling befallene Schwellen festzustellen, so insbesondere auf den Linien Budweis—Kaplitz, Budweis—Krumau und Lundenburg—Prerau. Unseres Wissens ist jedoch eine amtliche Feststellung von seiten dieser Bahnverwaltung bisher nicht erfolgt. Wir glauben annehmen zu können, daß es sich hier, so wie wir später hinsichtlich des Zehlingvorkommens auf österreichischen Linien nachweisen werden, auch um russische Kiefer handelt, die während des Krieges ins Hinterland gelangt ist. Auch in Strecken der polnischen Staatsbahnen ist der Zehling in großen Mengen festgestellt worden. Die polnische Bahnverwaltung befaßt sich mit der Zehlingfrage sehr gründlich\*).

Schließlich ist das Vorkommen des Pilzes — nach Mitteilungen des Herrn Prof. Findley vom Forest Research Laboratory in London auch auf englischen Linien einwandfrei festgestellt worden.

Die Feststellung des Zählings, sowohl im Gebiete der Deutschen Reichsbahn, wie auch im Gebiete der čsl. Staatsbahnen haben uns veranlaßt, im Juni 1929 rund 100 km der Schmalspurlinie St. Pölten—Maria Zell abgehen zu lassen. Diese Linie wurde gewählt, weil hier unter anderen auch ungetränkte Lärchen- und Kieferschwellen liegen und der Nadelwald in vielen Fällen bis an die Bahn heranreicht. Das Ergebnis war negativ, es wurden keine erkrankten Schwellen gefunden.

Im Jahre 1930 aber hat der Verfasser in den Hauptgleisen des Bahnhofs Unter-Purkersdorf der Linie Wien—Amstetten Lärchenschwellen vorgefunden, deren Kernholz zerstört war. Die Schwellen waren im Jahre 1923 eingebaut und mit einem Gemisch von 2 kg Teeröl und 4,4 kg Chlorzinklaugung von 3 Bè bei 17° getränkt. Die Außenseite der Schwellen war einwandfrei. Ein Anhacken genügte aber, um den Verfallzustand festzustellen. Von 600 Stück im Gleis 2 dieses Bahnhofs im Jahre 1923 eingebauten Schwellen mußten sofort, man kann sagen über Nacht, 480 Stück oder 80% ausgewechselt werden. Das weißgelbe Mycel, seine Zähigkeit, die stoffartige Form, der auffallende Geruch nach Perubalsam und die Kernholzerstörung machten das Vorhandensein des *Lentinus squamosus* zur Gewißheit. Die mikroskopische Untersuchung, wie die weitere Züchtung auf Nährgelatine und Holz wurden durch Herrn Dr. Prokopp-Wehrenau der Komm.-Gesellschaft Guido Rütgers in Wien in dankenswerter Weise durchgeführt (siehe Abb. 5).

Die letzte Feststellung von Zehling auf Lärchenschwellen wurde im August 1931 im Gleis 1 zwischen den Bahnhöfen Böheimkirchen—Pottenbrunn der Strecke Wien—Amstetten gemacht. Bei Begehung der Strecke schienen, oberflächlich betrachtet, die Schwellen gesund, selbst in der Gegend der Schienenaufleger waren sie widerstandsfähig. Beim Ab-

\*) Curs Drzewoznawstwa dla Odbiorców P. K. P., herausgegeben vom Laboratorium Impregnacyjno-Chemiczne, Warschau 1931.

klopfen war ein dumpfer Klang wahrnehmbar so etwa, wie bei im Kern zerstörten Buchenschwellen. Das wirkliche Bild zeigte sich erst nach dem Ausbau der Schwellen, wenn sie umgedreht zur Beobachtung frei waren. Abb. 1 und 2 zeigen sehr deutlich *lentinus squamosus* mit den für die vorgerückte

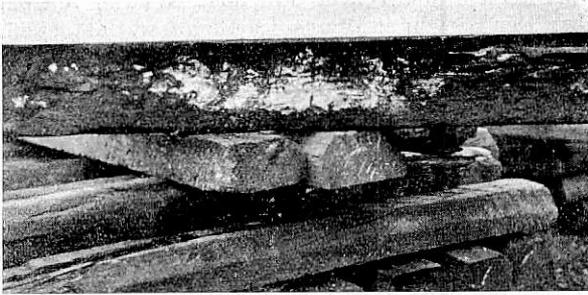


Abb. 1. Böheimkirchen, Unterfläche mit weißgelben Blattformen.

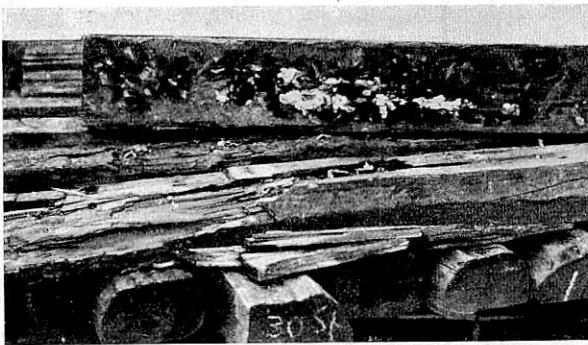


Abb. 2. Böheimkirchen, Unterfläche mit weißgelben Blattformen.

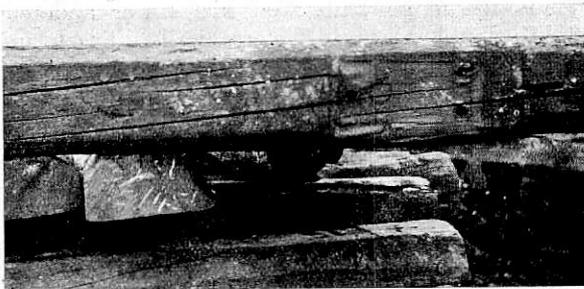


Abb. 3. Böheimkirchen, Oberseite von Abb. 1, gut erhaltenes Plattenlager.

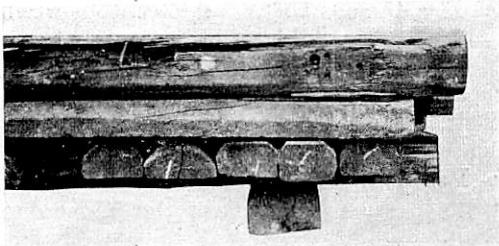


Abb. 4. Böheimkirchen, Plattenlager gut, Kern zerstört.

Jahreszeit kennzeichnenden weißgelben Blattformen. Abb. 3, die Oberseite von Abb. 1, zeigt den gut erhaltenen Zustand dieser im Kern schon zerstörten Schwelle in der Nähe des Schienenauflegers. Abb. 4 zeigt nach Entfernung der gut erhaltenen Oberschicht die Zerstörung des restlichen Teils der Schwelle. Diese Schwellen waren im Jahre 1923 anlässlich

einer Oberbau-Neulage eingebaut; von 5012 Stück verlegter Schwellen mußten im August 1931 bereits 84 Stück, d. s. 1,5% ,wegen Kernzerstörung ausgebaut werden. Nach unserer Schätzung werden im Jahre 1932 mindestens weitere 400 Schwellen zur Auswechslung gelangen müssen.

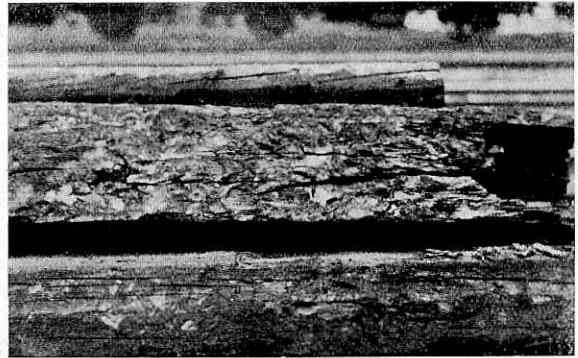


Abb. 5. Unter-Purkersdorf, erkrankte Schwellenlager.



Abb. 6. Unter-Purkersdorf, erkrankte Schwellenlager.



Abb. 7. Fruchtkörperform.

Hier konnten die Ursachen wie auch die Art der Verseuchung einwandfrei festgestellt werden.

Diese Schwellen, wie auch jene des Bahnhofs Unter-Purkersdorf, stammen aus einer Tränkanstalt, die in den letzten Kriegsjahren mit Kieferschwellen aus Russisch-Polen beschickt worden ist. Entweder war der Waldbestand, aus dem diese Kieferschwellen gewonnen wurden, an und für sich schon

verseucht, oder es haben die erzeugten Schwellen in der Zeit zwischen ihrer Ausformung und der Ankunft im Tränkwerk Schaden gelitten. Bis jetzt ist es nicht gelungen, diese Kieferschwellen in der Bahn nachzuweisen, so daß mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß sie schon zur Zeit bevor die Fachleute auf das Vorhandensein des Zählings aufmerksam wurden, zum Ausbau gelangten. Bezeichnend ist, daß die Bahnmeister, vielleicht durch diesen raschen Ausbau voreingekommen, von Kieferschwellen nichts mehr wissen wollen.

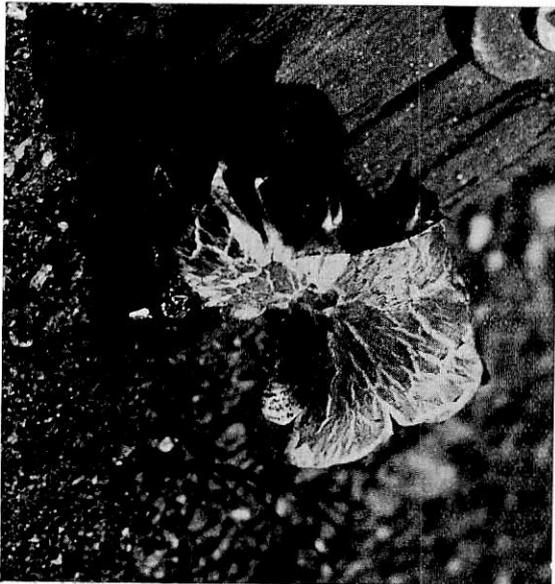


Abb. 8. Fruchtkörperform.

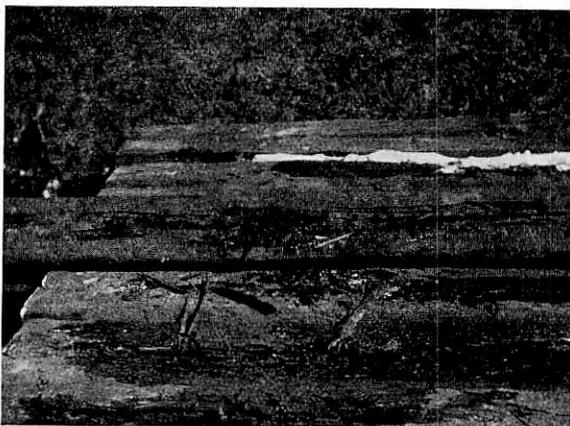


Abb. 9. Pilz wächst durch einen Riß hindurch.

Da in der genannten Tränkanstalt der Platz, auf dem die Kieferschwellen gelagert waren, mit Lärchenschwellen belegt wurde, scheint eine Übertragung des Pilzes auf die Lärchenschwellen eingetreten zu sein. Das Fortkommen des Pilzes wurde weiter dadurch besonders gefördert, daß aus Mangel an Schwellen die in der Zeit vom September bis Dezember 1922 einlangenden, zum größten Teil sommergeschlägerten Schwellen im April schon zur Tränkung und, ohne weitere Trocknung unmittelbar vom Kessel weg zur Versendung gebracht werden mußten. Von den verlegten 5012 Stück Schwellen stammen nur 20% von älteren Vorräten, 80% dagegen aus nicht genügend trockenen neuen Einlieferungen. Von den 84 ausgebauten Schwellen waren 70% einwandfrei an Zählung erkrankt, der Rest splintfaul.

Die schwere finanzielle Auswirkung, die ein Weiterumsichgreifen dieser Pilzerkrankung mit sich bringen müßte — der

Schwellenbestand würde nach 8 Jahren statt nach 16 und 20 Jahren zum Ausbau gelangen — veranlaßte uns, eine Beschreibung mit Bildern zum Erkennen und Auffinden dieses Kernzerstörers an die Streckenleitungen hinauszugeben, um festzustellen, in welchen Strecken der Schwellenbestand vom Zählung befallen sei. Die Komm.-Gesellschaft Guido Rütgers hat uns dabei außerordentlich unterstützt; es sei an dieser Stelle dafür nochmals unser Dank zum Ausdruck gebracht. Es wurde insbesondere auf den ledrigen Mycelüberzug hingewiesen, der das Kernholz oft seiner ganzen Oberfläche nach bedeckt und vielfach in das Innere hinein durchzieht. Die Abb. 7 und 8 geben die besten Beispiele zum Erkennen des Zählings. Die von ihm befallenen Schwellen, insbesondere der Mycelüberzug, dufteten nach Perubalsam. Fruchtkörper werden nur in der Zeit vom Juli bis Oktober entwickelt.

Trotz der an alle Streckenleitungen der Österreichischen Bundesbahnen hinausgegebenen Anleitung ist bis jetzt eine weitere Meldung über das Vorkommen des Zählings nicht erstattet worden, so daß sich das bisher festgestellte Verbreitungsgebiet auf die Strecke Wien—Amstetten beschränkt, die in den Bereich jener Tränkungsanstalt fällt, die seinerzeit mit russischen Kieferschwellen beschickt worden ist.



Abb. 10. Kernholz durch Aufhacken des Splintes freigelegt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Zählung aus Rußland oder aus Russisch-Polen mit von dorthier gelieferten Kieferschwellen eingeschleppt worden ist. Sein Fortkommen wurde gefördert durch den in der Nachkriegszeit aufgetretenen Mangel an Tränkstoffen und durch die infolge Schwellenmangels angeordnete Tränkung nicht entsprechend ausgetrockneter Schwellen. Die Hauptangriffspunkte sind die nachträglich ausgeführten und roh belassenen Bohrlöcher.

Die Österreichischen Bundesbahnen haben schon nach der ersten Feststellung des Zählings im Bereich ihres Liniennetzes folgende Verfügungen getroffen:

1. Alle für Oberbau-Neulagen erforderlichen Schwellen werden in den Tränkanstalten gebohrt und aufgeplattet. Die Schwellen dürfen nicht durchgebohrt werden, die Bohrlöcher müssen, wenn die Bohrung nicht bereits im Zusammenhang mit der Dextlung an den Rohschwellen vorgenommen wurde, nach erfolgter Bohrung vor der Aufplattung mit Steinkohlenteeröl ausgegossen werden.

2. Das Durchbohren der Schwellen ist auch bei Einzelauswechslungen untersagt, auf jeden Fall müssen alle Bohrlöcher bei neuen, sowohl wie bei wiederverwendeten Schwellen mit Steinkohlenteeröl ausgegossen werden.

3. Die bisherige Tränkstoffmenge von 6,4 kg für eine Hauptbahnlärchenschwelle wurde erhöht; die Tränkung erfolgt nunmehr mit einem Gemisch von 3 kg Teeröl und 6 kg Chlorzinklauge von 3° Bè von 17° C, also zusammen mit 9 kg Tränk-

stoff. Gut ausgetrocknete Lärchenschwellen haben aber eine seit der Anschaffung größerer Lagerbestände auch regelmäßig erzielte durchschnittliche Aufnahmefähigkeit von etwa 12 kg Flüssigkeit für die Schwelle von 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt, so daß eine weitere Vermehrung auf 4 kg Teeröl und 8 kg Lauge anstrebenwert wäre und bei Besserung der finanziellen Lage auch beabsichtigt ist.

4. In den neuesten Bedingnissen für das Tränken von Schwellen wurde die Vorschrift aufgenommen, daß die Schwellen mindestens fünf Monate vor der Tränkung in der Anstalt lagern müssen und daß erst drei Monate nach der Tränkung mit der Versendung begonnen werden darf. Hierdurch wird erreicht, daß wirklich nur gut lufttrockenes Holz der Tränkung zugeführt wird und daß andererseits erst gut abgetrocknete Schwellen zur Versendung gelangen.

5. Raschester Verbrauch der ausgebauten Schwellen und ständige Untersuchung sowohl der in der Bahn liegenden, als auch jener ausgebauten, die zu Anlagen längs der Bahn Verwendung gefunden haben.

6. Die Verwendung von Holzunterlagen in den Tränk-anstalten wurde ausnahmslos untersagt. Die Schwellenstapel müssen auf Betonunterlagen liegen.

Durch diese Maßnahmen glaubt die Verwaltung der Österreichischen Bundesbahnen die Gefahr einer Weiterverbreitung des Zählings verlässlich eingedämmt zu haben. Die in der Nachkriegszeit zum Einbau gelangten Schwellen werden bis zur vollen Auswirkung namentlich der unter Punkt 3 und 4 angeordneten Maßnahmen im erhöhten Maße ausgebaut werden müssen und damit eine schwere Belastung der Ausgaben des Bahnerhaltungsdienstes bedeuten.

## Persönliches.

### Ministerialrat Ing. Dr. Alois Bierbaumer †.

Am 22. Juni verschied im 66. Lebensjahre nach langem Leiden in Wien Ministerialrat a. D. Ing. Dr. Alois Bierbaumer.

Nachdem er seine Studien an der Technischen Hochschule zu Wien mit hervorragendem Erfolge beendet und beim Baue der orientalischen, der bosnisch-herzegowinischen und der niederösterreichischen Landes-Eisenbahnen gewirkt hatte, trat er 1897 in den Dienst der Österreichischen Staatsbahnen. — Als Bauführer bei Alpenbahnen, zumal bei der Südrampe der Tauernbahn, hatte er Gelegenheit, seine Kenntnisse und Erfahrungen im Erd- und Tunnelbau so zu vertiefen, daß er die ihm später im österreichischen Eisenbahnministerium und in der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen anvertraute Verwaltung der Angelegenheiten des Unterbaues mit allseits anerkanntem Erfolge zu meistern vermochte.

Die Ergebnisse vielfältiger Forschungsarbeiten hat er in dem 1913 bei Engelmann erschienenen Werke „Die

Dimensionierung des Tunnelmauerwerks“ in der Röllschen Enzyklopädie des Eisenbahnwesens (Schnee- und Lawinenschutzbauten), im Jahrgange 1925 dieses Fachblattes (Sicherung des Eisenbahnbetriebes gegen Lawinengefahren) sowie in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und in der Zeitschrift für Geologie und Bauwesen niedergelegt.

Nach seiner im Jahre 1925 als Fachgruppenvorstand für das gesamte Bauwesen der Österreichischen Bundesbahnen erfolgten Versetzung in den Ruhestand bezog er schon sechzigjährig neuerlich die Technische Hochschule in Wien, an der er sich das Doktorat der technischen Wissenschaften erwarb und bis zu seinem Tode als Konstrukteur der Lehrkanzle für Straßen-, Eisenbahn- und Tunnelbau wirkte.

Mit ihm ist ein gerader und aufrechter, für seinen Beruf begeisterter Ingenieur, ein für alles Gute und Wahre opferfreudiger Mann geschieden, dessen Andenken von allen, die ihm nähertreten durften, stets in hohen Ehren gehalten werden wird.

Dr. Trnka.

## Bücherschau.

Der Schriftleitung gingen folgende Bücher zu:

**Krugmann. Trägheits- und Widerstandsmomente von Blechträgern.** Berlin, Verlag Julius Springer. Preis gebunden *R.M.* 27.—.

**Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.** 1932. Teil A. Bestimmung für die Ausführung von Bauwerken in Eisenbeton.

Teil B. Bestimmung für die Ausführung von Steineisendecken.

Teil C. Bestimmung für die Ausführung von Bauwerken aus Beton.

Teil D. Bestimmung für die Steifepfahrungen und für Druckversuche an Würfeln.

Berlin 1932. Wilhelm Ernst & Sohn.

**Über die Setzungen und Dichtigkeitsänderungen bei Sandschüttungen infolge von Erschütterungen** von Demosthenes A. Pippas. (Aus den Veröffentlichungen des Instituts der Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik an der Technischen Hochschule zu Berlin, Heft 2.) Berlin, Julius Springer. 1932.

**Karig. Hilfstabeln zum Berechnen von Straßenbrücken für die Verkehrslast nach Din 1072.** Berlin, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. Geheftet *R.M.* 5.50.

**Elwitz. Der zweistielige Stockwerkrahmen,** Kommissionsverlag A. Bagel A. G., 1932, Düsseldorf.

**Teubners Tabellenbücher für Schule und Werkstatt.** Heft M, Metallgewerbe, von W. Zimmermann. Verlag B. G. Teubner, Leipzig A 40.

**Lubimoff. Über rechnerische und zeichnerische Ermittlung der Fahrzeiten von Eisenbahnzügen.** Berlin 1932.

„Die Selbstkosten der Verkehrsbetriebe bei schwankendem Beschäftigungsgrad.“ Eine betriebswissenschaftliche Studie von Dr. oec. Fritz Kuttner, Diplomkaufmann; Format DIN A 5, 142 Seiten, 59 Abbildungen, Preis 7.25 *R.M.* (Reichsbahner erhalten Vorzugspreis!). Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn.

**Die Baltimore and Ohio Railroad Company, ihre Finanzierung und Rentabilität.** Eine betriebswirtschaftlich-statistische Untersuchung. Von Dr. rer. pol. Louis Totz. A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung Dr. Werner Scholl, Leipzig 1932. Preis: geb. 6.50 *R.M.*

**Das Deutsche Eisenbahn-Adreßbuch.** (Handbuch der Reichs-, Privat- und Kleinbahnen.) Bearbeitet vom „Verband der Ingenieure der Reichsbahn E. V.“ Ausgabe 1932 (16. Ausgabe), 364 Seiten. Verzeichnis der Dienststellen und Behörden der Deutschen Bahnen unter Angabe der Besetzung. Zusammenstellung von Eisenbahnlieferfirmen und Bezugsquellennachweis. H. Apitz, Druckerei und Verlagsbuchhandlung G. m. b. H., Berlin SW 61, Belle-Alliance-Str. 92.

**Krekeler. Öl im Betrieb,** Heft 48 der „Werkstattbücher“. Herausgeber Eugen Simon. Verlag Julius Springer, Berlin. Preis: 2.— *R.M.*