

# DIE BAUTECHNIK

19. Jahrgang

BERLIN, 22. August 1941

Heft 36

Alle Rechte vorbehalten.

## Schalung und Rüstung im Eisenbetonbau und im Brückenbau.

Von Professor Benno Löser, Dresden.

Aus dem auf der Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins in München am 9. April 1941 gehaltenen Vortrag.

### 1. Allgemeines.

Die Bedeutung, die der Schalung und Rüstung im Eisenbetonbau zukommt, geht aus der folgenden Aufstellung hervor. Darin ist für einen großen Industriebau, für eine Autobahn-Balkenbrücke mit einmaliger Rüstungsverwendung und für eine größere Autobahn-Balkenbrücke mit wiederholter Verwendung der Schalung und Rüstung der Aufwand an Arbeitszeit zergliedert in die Anteile für die Betonherstellung, für das Biegen und Verlegen des Stahls und für Schalung und Rüstung.

Tafel 1.

	Aufwand an Arbeitszeit für		Schalung und Rüstung %
	Beton %	Stahl %	
a) Industriebau . . . . .	16	16	68
b) Balkenbrücke mit einmaliger Gerüstverwendung . . . . .	14	18	46 + 22 = 68
c) Balkenbrücke mit wiederholter Gerüstverwendung . . . . .	15	21	35 + 29 = 64

Man erkennt aus Tafel 1, daß die Beton- und Stahlleistungen zusammen nur etwa  $\frac{1}{3}$  der Gesamtstunden erfordern, während für Schalung und Rüstung, also für Hilfsleistungen, etwa  $\frac{2}{3}$  der Arbeitszeit aufgewendet werden müssen. Die Mechanisierung der Betonherstellung und der Stahlbearbeitung kann nur bescheidenen Wirkungsgrad erlangen; die bei weitem überwiegenden Leistungen für Schalung und Rüstung sind aber der Mechanisierung nur wenig zugänglich.

Auch bei den Stoffen liegen die Verhältnisse ähnlich. Über Betonzuschlagstoffe, Bindemittel und Stahl werden wir in absehbarer Zeit wieder nach Bedarf verfügen können. Der Rohstoff Holz wird aber auch in Zukunft knapp bleiben. Die gebleterische Forderung nach Leistungssteigerung muß sich also im Eisenbeton- und Brückenbau in erster Linie auf Schalung und Rüstung richten. Sie kann mit folgenden Verfahren erzielt werden:

- erhöhte Anwendung von Stücklohnarbeit oder stücklohnähnlichen Löhnen;
- Bevorzugung einfacher, leicht schalbarer Bauformen;
- Normung innerhalb des einzelnen Betriebes;
- mehrfache Verwendung von Schalung und Rüstung;
- Bevorzugung von Rundhölzern zu Gerüsten und Schonung der Kanthölzer;
- gründliche Entwurfsbearbeitung aller größeren Gerüste und Wahl stoffsparender Bauweisen.

Zu a. Wir werden uns bei der Knappheit menschlicher Fachkräfte für eine stärkere Anwendung der Stücklohnarbeit oder der Entlohnung nach stücklohnähnlichen Verfahren einsetzen müssen. Dabei erscheint mir die Art der Entlohnung an sich nicht das Wichtigste zu sein. Auch hier führen viele Wege nach Rom. Rom heißt hier Mehrleistung; jede Art der Entlohnung, die Mehrleistung weckt, sollte uns recht sein. Zu Bruderkämpfen um Begriffe haben wir keine Zeit. Gewiß gibt es Arbeiten, bei denen das technische Gelingen oder hoher Gefahrengrad Entlohnung nach der Leistung ausschließen. Mir scheint es aber, als ob wir bisher im Eisenbetonbau diese Grenze reichlich eng gezogen haben. Die Elektroindustrie lehrt uns, daß auch Hochleistungsmaschinen (große Turbinen) im Stücklohn mit Erfolg erstellt werden.

Zu b. Wir müssen in Zukunft daran denken, leicht schalbare Formen zu entwerfen und auf Spitzfingigkeiten und gekünstelte Sonderformen, die nur mit großem Aufwand an Zeit und Holz möglich sind, bewußt

zu verzichten. Wir sollten daran denken, daß in der Welt das wirklich Große auch immer einfach ist.

Zu c. Normung innerhalb der einzelnen Betriebes. Darunter verstehe ich die normenmäßige Regelung häufig wiederkehrender Leistungen innerhalb der einzelnen Betriebe mit dem Ziel, Zeit und Stoff zu sparen. Hierher gehören z. B. genormte Schalungstafeln, Aufzugtürme, Spannvorrichtungen für Säulenkästen und Balkenschalungen, Auflagerschrägen am Anschluß der Platten an den Balken. Abb. 1 zeigt einen aus genormten Gerüsttafeln bestehenden Turm, der für die verschiedensten Zwecke benutzbar ist.

Zu d. Durch mehrfache Verwendung der Schalung und Rüstung können im einzelnen Baufalle große Ersparnisse erzielt werden. Ich denke an fahrbare Rüstungen bei langen Hallen, Mauern, Kanälen und Schleusen. In mehrgeschossigen Industriebauten wird die mehrfache Schalungsverwendung gefördert durch gleiche Geschoßhöhen, gleiche Balkentellungen und gleiche Balkenquerschnitte sowie durch gleiche äußere Säulenabmessungen.

Zu e. Beim Vergleich von runden mit quadratischen Hölzern findet man, daß nahezu gleiche Querschnittsflächen nötig sind, um gleiche Knicksicherheit zu erzielen, d. h. daß einem runden Querschnitt von 24 cm Durchm. ein quadratischer Querschnitt von 21 cm Seitenlänge entspricht. Da nun aber Rundholz je Festmeter nur etwa 55% des Kantholzes kostet, liegt im Holzwert ein bedeutsamer Preisvorsprung beim Rundholz. Beim Rundholz entsteht kein Stoffverlust, der beim Einschneiden zu Kantholz unvermeidlich ist. Deshalb die Forderung, Rundholz überall dort einzusetzen, wo es irgend möglich ist, und dafür Kantholz zu schonen.

Zu f. Gründliche Entwurfsbearbeitung größerer Rüstungen ist ein sehr wesentlicher Weg zur Leistungssteigerung. Durch geschickte Wahl einer für den einzelnen Baufall besonders geeigneten Bauweise können am Reißbrett des entwerfenden Ingenieurs auf wirksamste Weise Leistungssteigerung und Preissenkung erzielt werden. Diese stille Entwurfsarbeit bedarf besonderer Anerkennung, weil sie vom Fernstehenden nicht gesehen wird. Der größte Feind der Leistungssteigerung und der baulichen Sicherheit ist der aus dem Stegreif arbeitende Polier. Gerüstentwürfe gehören nicht zu seinen Aufgaben. Sobald Rüstungen eine besondere Eigenart aufweisen, müssen sie im technischen Büro mit gleicher Liebe und Gründlichkeit entworfen, bemessen und durchgearbeitet werden wie die bleibenden Baukörper. Nur wenn bei solchen Rüstungen alle Dinge zu Ende gedacht werden, wenn die Planung bis in die Einzelheiten der Gerüstknoten vordringt, ist der technische und wirtschaftliche Erfolg erreichbar.

Zu f. Gründliche Entwurfsbearbeitung größerer Rüstungen ist ein sehr wesentlicher Weg zur Leistungssteigerung. Durch geschickte Wahl einer für den einzelnen Baufall besonders geeigneten Bauweise können am Reißbrett des entwerfenden Ingenieurs auf wirksamste Weise Leistungssteigerung und Preissenkung erzielt werden. Diese stille Entwurfsarbeit bedarf besonderer Anerkennung, weil sie vom Fernstehenden nicht gesehen wird. Der größte Feind der Leistungssteigerung und der baulichen Sicherheit ist der aus dem Stegreif arbeitende Polier. Gerüstentwürfe gehören nicht zu seinen Aufgaben. Sobald Rüstungen eine besondere Eigenart aufweisen, müssen sie im technischen Büro mit gleicher Liebe und Gründlichkeit entworfen, bemessen und durchgearbeitet werden wie die bleibenden Baukörper. Nur wenn bei solchen Rüstungen alle Dinge zu Ende gedacht werden, wenn die Planung bis in die Einzelheiten der Gerüstknoten vordringt, ist der technische und wirtschaftliche Erfolg erreichbar.

### 2. Decken-, Balken- und Säulenschalungen.

a) Rohstoff. Zur Einschalung von Decken und Unterzügen werden meist parallel besäumte Bretter von 24 bis 30 mm Dicke verwendet, die von Kanthölzern getragen werden. Durch einseitiges Hobeln verliert man 2 mm, gewinnt aber eine glatte Fläche, die sich leichter ausschalen läßt. Anstriche mit Schalungsöl bezwecken ebenfalls leichteres Ausschalen und dadurch größere Lebensdauer des Holzes. Nach der Anweisung für Mörtel und Beton (AMB)<sup>1)</sup>, § 31, sollen Betonsichtflächen, bei denen es auf gutes Aussehen ankommt, gehobelt und gespundete Schalung erhalten. Diese Forderung löst Bedenken aus folgenden Gründen aus. Zunächst liegt auf gespundeter Schalung etwa 25% Aufpreis, wenn man die Spundung berücksichtigt, die mit bezahlt wird, ohne daß sie beim Schalen Nutzen bringt. Beim Ausschalen reißen die Spunde ab, und die Bretter zersplittern schon nach einmaliger Benutzung. Dadurch führt die AMB-Bestimmung zu Holzverlusten und Verteuerungen, die zur Zeit nicht vertretbar sind.

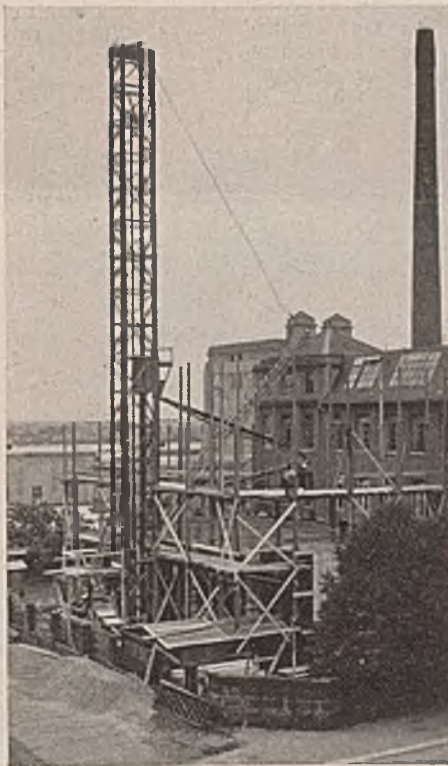


Abb. 1.  
Gerüstturm, aus genormten Tafeln bestehend.  
(Löser-Bauunternehmung KG.)

<sup>1)</sup> 2. Ausgabe vom 9. Mai 1936, Beilage zu Heft 34 des Ztbl. d. Bauv. 1936.

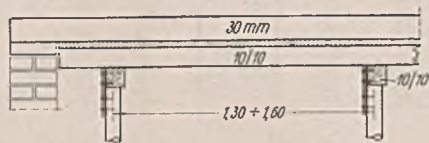


Abb. 2.  
Einfache Plattenschalung, Querschnitt.

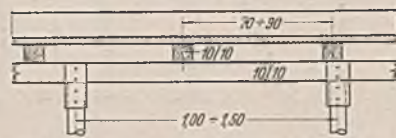


Abb. 3.  
Einfache Plattenschalung, Längsschnitt.

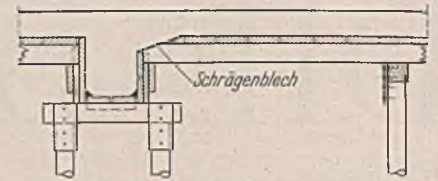


Abb. 4. Balkenschalung.

b) Ausbildung von Decken- und Balkenschalungen. Bei den häufig vorkommenden Decken- und Balkenschalungen sind die auf Abb. 2 bis 4 dargestellten Ausführungen weit verbreitet. Die Schalung ruht auf Kanthölzern vom Querschnitt 8/10, 10/10, 10/12 cm in Abständen von 70 bis 90 cm. Diese Kanthölzer werden von Holzrahmen unterstützt, die ihrerseits auf Rundholzsteifen aufrufen. Rahmen und Steifen sind durch aufgenagelte Brettstücke miteinander verbunden. Werden Steifen der Länge nach gestoßen, so muß der Stoß durch mindestens drei Holzlaschen gesichert sein.

Abb. 2 stellt eine einfache Plattenschalung im Querschnitt, Abb. 3 im Längsschnitt dar. In Abb. 4 ist eine Balkenschalung dargestellt; die Deckenschräge wird durch ein Blech abgestützt.

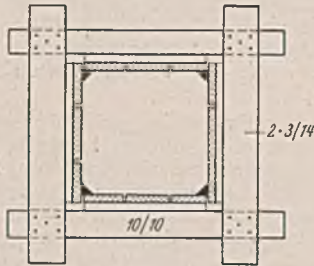


Abb. 5. Säulenschalung.

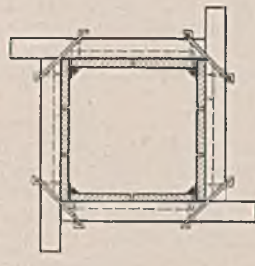


Abb. 6. Säulenschalung.

c) Säulenschalungen. Die Schalung einer rechteckigen Säule besteht aus vier Schaltafeln, die in den Säulenecken miteinander verschraubt sind. Die Schaltafeln müssen gegen Ausbiegen gesichert werden; Art und Stärke dieser Sicherungen ist von der Querschnittsgröße und von der Geschwindigkeit abhängig, mit der der Beton in die Säulen eingebracht wird. Für kleine Säulenquerschnitte genügen äußere Holzkränze in Abständen von 50 bis 80 cm nach Abb. 5 oder 6.

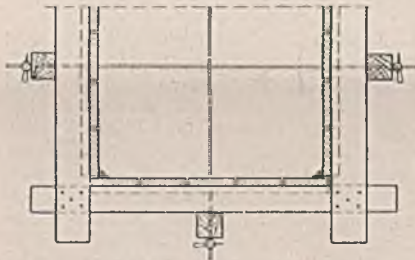


Abb. 7.

Schalung für größere Säulenquerschnitte, veraltete Anordnung.

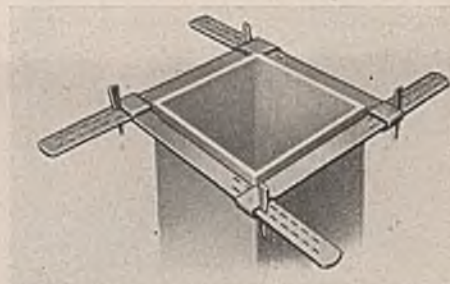


Abb. 8. Säulenzwinge, Bauweise Burger.

Säulen mit größeren Querschnitten werden noch häufig durch stehende Kanthölzer gesichert, die nach Abb. 7 durch Rödeleisen gegenseitig verspannt sind. Dieses Verfahren hat erhebliche Nachteile und muß als überholt bezeichnet werden. Die Rödeleisen sind ein verlorener Aufwand; ihre Enden müssen nach dem Entschalen sauber beseitigt und verputzt werden. Häufig wird die Beseitigung verpaßt; die Rödelenden verursachen



Abb. 10. Ankerrohrschraube nach Wilh. Rump.

dann namentlich im Freien Frostschäden. Deshalb verbietet die Anweisung für Mörtel und Beton die Anwendung eiserner Rödel, die zweckmäßig durch eiserner Spannen aus Flachseisen (Abb. 8, Hugo Burger, Leipzig) oder U-Eisen (Abb. 9) ersetzbar sind.

Bei Balkenkästen sollte man ebenfalls Rödeleisen vermeiden und dafür Stahlbolzen mit Kopf und Mutter anwenden; zwischen den Schalwänden schützt eine übergestülpte Papprolle den Bolzen vor Betonberührung, so daß er wiedergewonnen werden kann. In Abb. 10 ist die der Unternehmung Wilh. Rump, Peine, geschützte Ankerrohrschraube dargestellt.

d) Deckenaussparungen. Deckenaussparungen, die in Holz geschalt werden, verursachen häufig großen Aufwand an Arbeitszeit und Holz. Wenn solche Aussparungen bei einer Ausführung häufig auftreten, ist es lohnend, dafür Betonwerkstücke zu verwenden, wie dies in Abb. 11 angedeutet ist.

### 3. Statische Behandlung der Schalungen.

a) Seitendruck. Die Größe des Seitendrucks, den frisches Mischgut auf senkrechte Schalfächen ausübt, ist leider noch wenig bekannt. Bei erdfeuchtem Beton empfiehlt Böhm<sup>2)</sup> ohne Rücksicht auf die Höhe des Betonkörpers den Seitendruck mit  $2 \text{ t/m}^2$  anzunehmen. Bei weichem und flüssigem Beton hängt der Seitendruck ab von der Art, wie betoniert wird, vom Wasserzusatz, von den Abmessungen, besonders von der in einem Arbeitsgang erreichten Schütthöhe, von der Geschwindigkeit, in der der Betonspiegel im Schalkasten steigt, von der Lufttemperatur und von der Erhärtungsgeschwindigkeit des Betons. Die große Zahl der Veränderlichen erschwert die zutreffende rechnerische Erfassung des Betonseitendrucks. Nach dem sichersten Vorschlag soll man das Mischgut als reine Flüssigkeit vom Raumgewicht  $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$  ansehen. Damit ergibt sich am Fuß einer 6 m hohen Säule ein Druck von  $6 \cdot 2 = 12 \text{ t/m}^2$ . Das ist zu viel. Dagegen dürfte die Rechnung nach der bekannten logarithmischen Linie für Silos zu kleine Werte liefern. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, den Druck des Mischgutes auf die Schalungen planmäßig zu messen und damit eine Lücke unseres Wissens zu schließen.

<sup>2)</sup> B. u. E. 1929, S. 334.

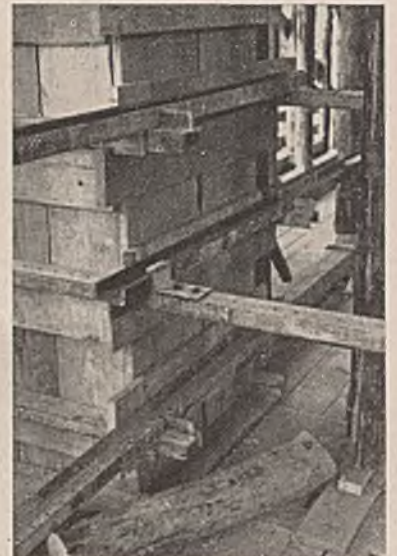


Abb. 9. Durch U-Eisen gesicherte Säulenschalung.



Abb. 11.  
Verwendung von Betonwerkstücken zur Herstellung sich wiederholender Aussparungen in der Decke eines Schalthauses.

b) Belastung waagerechter Schalflächen während des Betonierens. Die Schalungsbelastung während des Betonierens setzt sich zusammen aus dem Eigengewicht der Hölzer (rd. 40 kg je m<sup>2</sup> abgewinkelte Fläche), aus der Betriebslast  $p$  infolge des Betonbetriebes und aus dem Eigengewicht  $g$  des herzustellenden Baukörpers. Für die Betriebslast  $p$  werden die in Tafel 2 enthaltenen Zahlen empfohlen; sie sind gestaffelt nach der Größe der Mischmaschine, die bestimmend ist für die Größe und Schwere der Fahrzeuge, und nach der Art der Betonverteilung. Kippwagenbetrieb erfordert die höchsten, Pumpbeton die niedrigsten Betriebslasten. Nach Tafel 2 wären z. B. Kanthölzer und Steifen einer 14 cm dicken Platte bei Gußbeton und einer 500-l-Maschine für folgende Einheitslast zu berechnen:

$$e_1 = 400 + 40 + 2400 \cdot 0,14 = 776 \text{ kg/m}^2,$$

allgemein  $e_1 = p + 40 + g.$

Tafel 2.  
Last des Betonbetriebes  $p$  in kg/m<sup>2</sup>.

	Betrieb	Trommelninhalt in l			
		250	375	500	750
1	Kippwagen . . . . .	400	450	550	750
2	Bodentleerer . . . . .	350	400	450	650
3	Gußbeton . . . . .	300	350	400	500
4	Pumpbeton . . . . .	—	—	350	400

Will man die statische Berechnung auch auf Schalbretter ausdehnen, so muß man beachten, daß beim Betonbetrieb das einzelne, schmale Brett häufig durch Einzellasten und Betriebsstöße sehr hohe Beanspruchungen erleidet. Um die Berechnung der Bretter mit den in der Praxis üblichen Verhältnissen in Einklang zu bringen, muß man die Schalbretter mit dem Mehrfachen der Betriebslast  $p$  belasten. Für die Berechnung der Schalbretter wird als Einheitslast empfohlen

allgemein  $e_2 = 4p + g$

und im Zahlenbeispiel  $e_2 = 4 \cdot 400 + 2400 \cdot 0,14 = 1936 \text{ kg/m}^2.$

Nach DIN 1052, Tafel 2 ist für Nadelholz der Güteklasse II die zulässige Biegebeanspruchung

im allgemeinen  $\sigma_{zul} = 100 \text{ kg/cm}^2,$

bei durchlaufenden Hölzern  $\sigma_{zul} = 110 \text{ kg/cm}^2.$

Wir bezeichnen mit

$l$  in cm die Stützweite eines Holzes,

$q$  in kg/m die Einheitsbelastung,

$m$  die Momentenzahl,

$\sigma_{zul}$  die Biegebeanspruchung des Holzes in kg/cm<sup>2</sup>,

$W$  das Widerstandsmoment des Holzes in cm<sup>3</sup>.

Für die Bemessung der Schalhölzer besteht die Beziehung

$$\sigma_{zul} W = \frac{q l^2}{100 m} \text{ oder } 100 m W \sigma_{zul} = q l^2.$$

Daraus folgt

für frei aufliegende Hölzer über einem Feld

$$(\sigma_{zul} = 100 \text{ kg/cm}^2, m = 8) \quad \alpha = l \sqrt{q} = 282,8 \sqrt{W},$$

für durchlaufende Hölzer

$$(\sigma_{zul} = 110 \text{ kg/cm}^2, m = 11) \quad \beta = l \sqrt{q} = 347,9 \sqrt{W}.$$

Für einige häufig vorkommende Querschnitte sind in Tafel 3 die Zahlen  $\alpha$  und  $\beta$  ausgewertet. Man findet:

zulässige Stützweite  $l = \alpha : \sqrt{q}$  und  $l = \beta : \sqrt{q},$

zulässige Einheitslast  $q = \left(\frac{\alpha}{l}\right)^2$  und  $q = \left(\frac{\beta}{l}\right)^2.$

Tafel 3.

Hilfswerte  $\alpha$  und  $\beta$  zur Berechnung rechteckiger Hölzer.

	Querschnitt in cm $b \times h$	Frei aufliegend über einem Feld	Durchlaufend über mehrere Felder
		$\alpha$	$\beta$
1	2	3	4
Bretter	100 × 2,4	2770	3410
	100 × 2,6	3040	3700
	100 × 2,8	3230	3980
	100 × 3,0	3460	4260
Kanthölzer	8 × 8	2610	3200
	8 × 10	3260	4010
	8 × 12	3920	4810
	10 × 10	3650	4490
	10 × 12	4380	5380
	10 × 14	5110	6280
	12 × 12	4790	5900
	12 × 14	5590	6880
	12 × 16	6390	7860

Zahlenbeispiel. Durchlaufende Kanthölzer zur Aufnahme der Schalbretter liegen in Abständen von 85 cm und haben 155 cm Stützweite. Gesucht ist ihr Querschnitt bei 940 kg/m<sup>2</sup> gesamtter Deckenlast.

Einheitsbelastung  $q = 0,85 \cdot 940 = 799 \text{ kg/m}.$

Erforderlicher Hilfswert  $\beta = 155 \sqrt{799} = 4380.$

Aus Spalte 4 der Tafel 3 findet man als nächst höheren Wert  $\beta = 4810.$  Der zugehörige Querschnitt ist  $b = 8 \text{ cm}, h = 12 \text{ cm}.$

c) Berechnung der Steifen auf Knicken. In Tafel 4 sind die zulässigen Steifenlasten in kg für Knicklängen von 200 bis 650 cm angegeben. Sie sind nach DIN 1052, Tafel 4, berechnet mit einer zulässigen Beanspruchung von 85 kg/cm<sup>2</sup>. Die Tafel gibt die Zopfstärke an, wobei angenommen ist, daß der Steifendurchmesser je m Steifenlänge um 1 cm zunimmt. Tafel 4 enthält ferner den Rauminhalt einer Steife in m<sup>3</sup> und ihr Gewicht  $G$  in kg. Als Raumgewicht ist  $\gamma = 600 \text{ kg/m}^3$  angesetzt.

Tafel 4.

Zulässige Lasten  $P$  in kg, Rauminhalt  $V$  in m<sup>3</sup> und Gewicht  $G$  in kg von Rundholzsteifen, deren Zopfdurchmesser  $z$  und deren Knicklänge  $s_K$  beträgt.

Knicklänge $s_K$ in cm	$z = 7 \text{ cm}$			$z = 8 \text{ cm}$			$z = 9 \text{ cm}$		
	$P$	$V$	$G$	$P$	$V$	$G$	$P$	$V$	$G$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
200	1420	0,0100	6,0	2200	0,0127	7,6	3120	0,0157	9,4
250	990	0,134	8,0	1620	0,168	10,1	2470	0,207	12,4
300	750	0,170	10,2	1200	0,213	12,8	1840	0,260	15,6
350	—	—	—	920	0,258	15,5	1420	0,317	19,0
400	—	—	—	—	—	—	1140	0,380	22,8
	$z = 10 \text{ cm}$			$z = 11 \text{ cm}$			$z = 12 \text{ cm}$		
	$P$	$V$	$G$	$P$	$V$	$G$	$P$	$V$	$G$
200	4140	0,0190	11,4	5170	0,0226	13,5	—	—	—
250	3450	0,248	14,9	4570	0,294	17,6	—	—	—
300	2700	0,312	18,7	3770	0,368	22,1	—	—	—
350	2080	0,380	22,8	2965	0,446	26,7	4070	0,0518	31,1
400	1660	0,452	27,2	2340	0,531	31,8	3210	0,0616	37,0
450	1390	0,530	31,8	1850	0,621	37,2	2662	0,0716	43,0
500	—	—	—	1640	0,716	43,0	2250	0,0825	49,5
550	—	—	—	—	—	—	1930	0,0940	56,4
	$z = 13 \text{ cm}$			$z = 14 \text{ cm}$			$z = 15 \text{ cm}$		
	$P$	$V$	$G$	$P$	$V$	$G$	$P$	$V$	$G$
350	5330	0,0598	35,9	6770	0,0682	41,0	8300	0,0770	46,3
400	4330	0,0707	42,4	5670	0,0805	48,4	7170	0,0906	54,3
450	3560	0,822	49,4	4670	0,932	55,9	6020	1,050	63,0
500	3000	0,942	56,6	3930	1,070	64,2	5050	1,200	72,0
550	2580	1,072	64,4	3360	1,210	72,6	4300	1,360	81,6
600	2230	1,208	72,6	2910	1,360	81,6	3730	1,530	91,8
650	—	—	—	2600	1,520	91,2	3300	1,700	102

4. Holzverlust und Holzbedarf.

Bei einmaliger Verwendung darf man für Verlust und Wertminderung des Holzes ansetzen 30% bei Brettern, 15% bei Kantholz, 10% bei Steifen. Der Bedarf für 1 m<sup>2</sup> abgewinkelte Schalfläche bei Verwendung von 30 mm dicken Brettern kann zu 0,04 m<sup>3</sup> Brettern und 0,02 m<sup>3</sup> Kantholz angenommen werden. Mit diesen Annahmen kommt man zu folgenden Schnittholzmengen in m<sup>3</sup> je 1000 m<sup>2</sup> Schalflächen:

Tafel 5.

Schnittholzbedarf und Schnittholzverlust in m<sup>3</sup> je 1000 m<sup>2</sup> abgewinkelte Schalflächen.

	Bretter m <sup>3</sup>	Kantholz m <sup>3</sup>	Summe m <sup>3</sup>
	2	3	4
a) einmalige Verwendung:			
Bedarf (Anfuhr) . . . . .	40	20	60
Verlust . . . . .	12	3	15
Rest (Abfuhr) . . . . .	28	17	45
b) zweimalige Verwendung:			
Bedarf (Anfuhr) . . . . .	26	12	38
Verlust . . . . .	12	3	15
Rest (Abfuhr) . . . . .	14	9	23
c) dreimalige Verwendung:			
Bedarf (Anfuhr) . . . . .	21	9	30
Verlust . . . . .	12	3	15
Rest (Abfuhr) . . . . .	9	6	15

Der Bedarf an Nägeln beträgt etwa  $\frac{1}{6}$  kg je m<sup>2</sup> Schalfläche.

Für die Steifen sind die üblichen Hochbauverhältnisse angenommen, und zwar auf je 1,2 m<sup>2</sup> Grundfläche 1 Steife mit 1,5 t Belastung.

Der Holzbedarf hängt von der Steifenlänge, also von der Geschoßhöhe ab. Tafel 6 enthält den Steifenbedarf für 1000 m<sup>2</sup> Grundfläche in m<sup>3</sup>.

Tafel 6.  
Rundholzbedarf und Rundholzverlust in m<sup>3</sup>  
je 1000 m<sup>2</sup> Grundfläche.

	Knicklänge der Steifen in cm					
	250	300	350	400	450	500
a) einmalige Verwendung:						
Bedarf (Anfuhr)	15,0	22,0	29,0	36,0	46,0	56,0
Verlust	1,5	2,2	2,9	3,6	4,6	5,6
Rest (Abfuhr)	13,5	19,8	26,1	32,4	41,4	50,4
b) zweimalige Verwendung:						
Bedarf (Anfuhr)	8,0	12,0	16,0	20,0	26,0	32,0
Verlust	1,5	2,2	2,9	3,6	4,6	5,6
Rest (Abfuhr)	6,5	9,8	13,1	16,4	21,4	26,4
c) dreimalige Verwendung:						
Bedarf (Anfuhr)	6,0	9,0	12,0	15,0	19,0	23,0
Verlust	1,5	2,2	2,9	3,6	4,6	5,6
Rest (Abfuhr)	4,5	6,8	9,1	11,4	14,4	17,4

Zahlenbeispiel.

In einem fünfgeschossigen Industriebau von 60 × 22 = 1320 m<sup>2</sup> Grundfläche beträgt die abgewinkelte Schaffläche im Mittel je Geschoß 2100 m<sup>2</sup>. Die Schalung soll für drei Geschosse angefahren werden; zum 4. und 5. Geschoß wird die Schalung aus dem 1. und 2. Geschoß das zweite Mal eingesetzt. Mittlere Steifenhöhe 3,50 m.

Für 4 × 2100 = 8400 m<sup>2</sup> Schaffläche und 4 × 1320 = 5280 m<sup>2</sup> Grundfläche ist zweifacher Einsatz, für 2100 m<sup>2</sup> Schaffläche und 1320 m<sup>2</sup> Grundfläche nur einfacher Einsatz möglich.

Bretter nach Tafel 5:

Bedarf (Anfuhr) 8,4 × 26 + 2,1 × 40 = 302,4 m<sup>3</sup>  
Verlust (8,4 + 2,1) × 12 = 126,0  
Abfuhr = 176,4

Kantholz nach Tafel 5:

Bedarf (Anfuhr) 8,4 × 12 + 2,1 × 20 = 142,8 m<sup>3</sup>  
Verlust (8,4 + 2,1) × 3 = 31,5  
Abfuhr = 111,3

Rundholz nach Tafel 6, Sp. 4:

Bedarf (Anfuhr) 8,4 × 16 + 2,1 × 29 = 195,3 m<sup>3</sup>  
Verlust (8,4 + 2,1) × 2,9 = 30,5  
Abfuhr = 164,8

5. Schalungstafeln.

a) Tafelschalung Dywidag. Die Dywidag-Tafeln werden in 17 verschiedenen Längen bei der unveränderlichen Breite von 75 cm hergestellt. Jede Tafel besteht aus einem Holzrahmen vom Querschnitt 5 × 7,5 cm, der an seinen vier Ecken durch Brettwinkel ausgestellt ist. Auf diesem Rahmen sind die 2,5 cm dicken Bretter befestigt. Die große Zahl von 17 Arten wird vorgeschlagen, um jede beliebige Feldgröße eindecken zu können. Die Tafeln eignen sich auch zur Einschalung von Balken und Säulen. Das Gewicht der Tafeln je m<sup>2</sup> Schaffläche beträgt je nach der Tafelgröße 26 bis 49 kg. Die Vorzüge dieser sehr bemerkenswerten Schalungsart sind:

- lange Lebensdauer,
- geringer Holzverlust,
- Ersparnis an Arbeitszeit,
- Ersparnis von Nägeln und Rödeldraht.

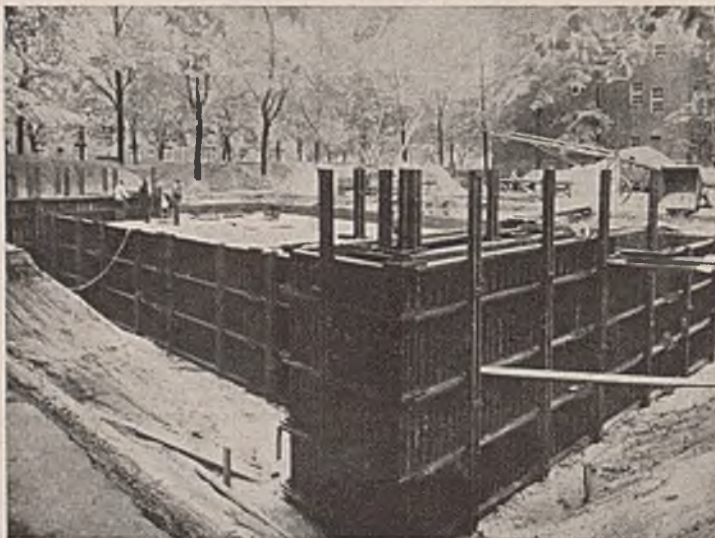


Abb. 13. Luchterhand-Schalung.

Die Dyckerhoff & Widmann KG. bringt außerdem ein neues Klemmwerkzeug auf den Markt, mit dem das Schalholz geschont und Ersparnisse an Rödeldraht erzielt werden.

Die Tafelschalung Dywidag darf als ein erfolgversprechender Beitrag zur Leistungssteigerung bei Schalungsarbeiten begrüßt werden. In Abb. 12 ist eine Tafel gewöhnlicher Größe dargestellt; sie zeigt gleichzeitig die vielseitige Verwendung der Tafeln.

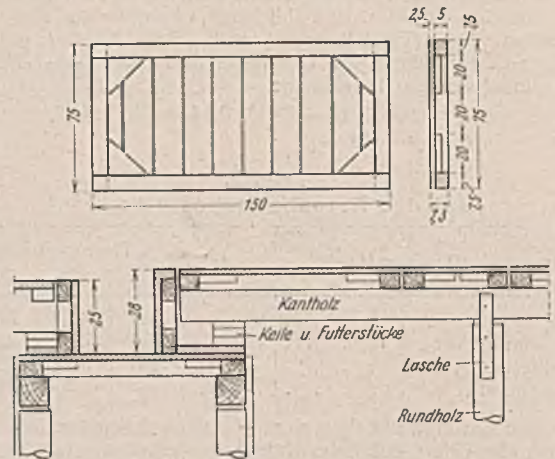


Abb. 12. Tafelschalung Dywidag.

b) Stahlschalung. Stahlschalung weist gegenüber der Holzschalung folgende Vorzüge auf:

- sehr große Lebensdauer,
- Erzielung glatter Sichtflächen mit sauberem Aussehen,
- keine Nachbehandlung der entschalteten Flächen,
- große Dichtigkeit der Sichtflächen, weil die Zementschlempenicht verlorenght und eine harte, wetterbeständige Außenhaut zustande kommt,
- Lohnersparnis,
- Minderung des Facharbeiteranteils bei den Schalarbeiten,
- Fortfall der Aufwendungen für Reinigen der entschalteten Tafeln.

Diese Vorteile werden erkauft durch hohe Anschaffungskosten und größeres Gewicht. Die Wirtschaftlichkeit der Stahlschalung tritt bei sehr großen Bauwerken mit langer Bauzeit ein, so daß eine vielfache Verwendung der Stahlschalung möglich ist. Ihr hauptsächliches Anwendungsgebiet finden wir daher bei Großbauten, wie Schleusen, Docks, Stützmauern, Staumauern; bei diesen Aufgaben ist man häufig dazu übergegangen, außer den Schalungstafeln auch ihre äußere Abstützung durchgängig aus Stahl zu erstellen.

α) Luchterhand-Stahlschalung. Die Luchterhand Stahlschalung ist bei Großbauten aller Art seit Jahren mit ausgezeichnetem Erfolg angewendet worden. Die Tafeln haben in der Regel 100 × 150 cm Größe und wiegen etwa 37 kg/m<sup>2</sup>. Außerdem gibt es noch sechs Tafeln geringerer Breite. Die Tafeln sind 50 mm dick und bestehen aus Blech von 2,5 mm Dicke. Abb. 13 u. 14 zeigen die Anwendung dieser Schalungsart.

β) Stahlschalung der Gutehoffnungshütte. Die Schalungstafeln haben die Abmessungen 50 × 100 cm. Außer diesem Regemaß werden auch Tafeln geringerer Länge von 50, 40 ... bis 10 cm geliefert. Gewicht der Tafeln einschließlich der Befestigungsmittel 32 kg/m<sup>2</sup>. Die Blechtafeln sind an ihren Rändern von Winkelleisen umsäumt. Sie werden durch waagerechte und senkrechte Winkelleisen dem Betondruck entsprechend seitlich abgestützt. Mit den Abstützungen wiegt 1 m<sup>2</sup> je nach Belastung 50 bis 70 kg/m<sup>2</sup>. Bei Baukörpern großer Höhe können die



Abb. 14. Luchterhand-Schalung.

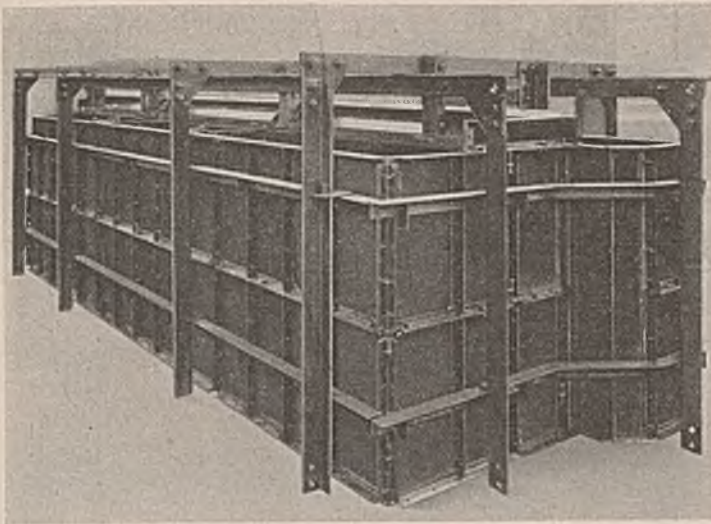


Abb. 15. Stahlschalung der Gutehoffnungshütte.

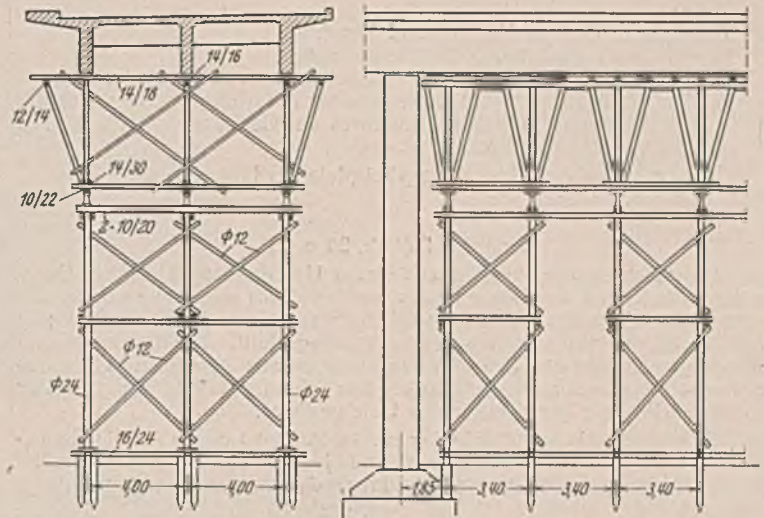


Abb. 20. Lehrgerüst für eine Eisenbeton-Balkenbrücke.

Tafeln ähnlich wie die Schaltafeln bei der Gleitschalung mit dem Bau-schritt nach oben versetzt werden (Abb. 15 u. 16).

γ) Gleitschalung Gleitbau Klotz & Co. Für prismatische Baukörper von großer Höhe (Wassertürme, Silos) ist die Gleitschalung nach dem Verfahren der Bauunternehmung Gleitbau Klotz & Co. eine wirtschaftliche Lösung, die hier als bekannt vorausgesetzt werden kann.

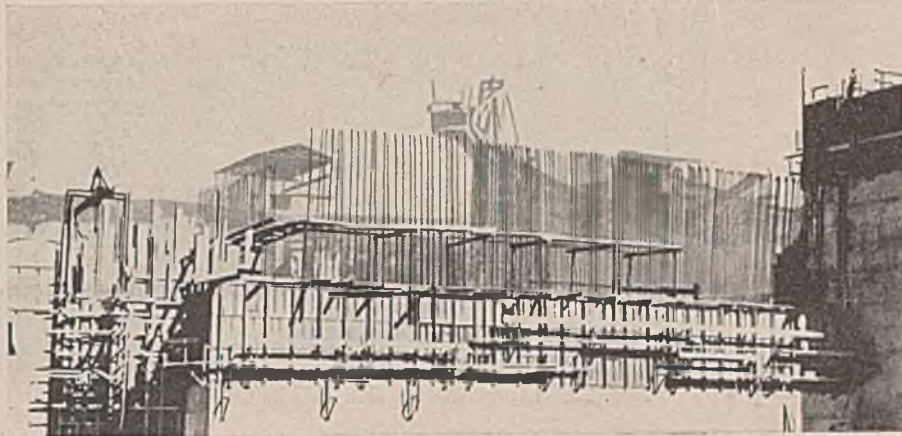


Abb. 16. Stahlschalung der Gutehoffnungshütte bei einem Talsperrenbau.

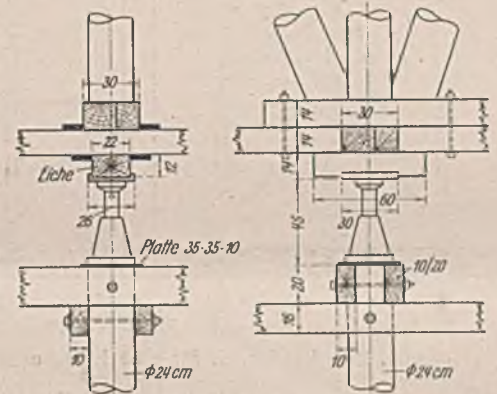


Abb. 21. Einzelheit zu Abb. 20.

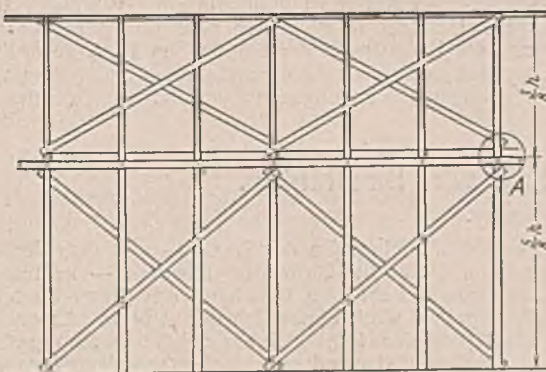


Abb. 17. Ansicht.

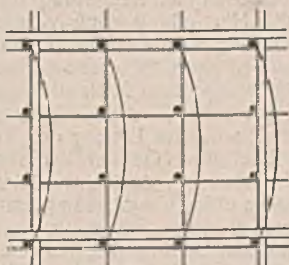


Abb. 18. Grundriß.

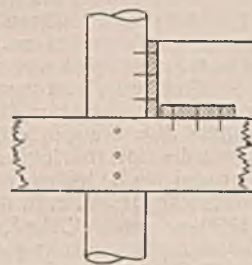


Abb. 19. Einzelheit A.

Abb. 17 bis 19. Einfaches Schalengerüst.

### 6. Einfache Schalengerüste mit Höhen von 5 bis 8 m (Abb. 18 u. 19).

Hohe Schalengerüste sind noch recht häufig Stiefkinder des Betonbaues. Sie sind zu einfach, um von dem Ingenieur beachtet zu werden, und nicht einfach genug, als daß man sie ohne technische Betreuung Polleren überlassen könnte. Gemeint sind hier die Gerüste, für die nach § 12 der Eisenbeton-Bestimmungen bei Höhen von 5 bis 8 m statische Nachweise verlangt werden können. Bei diesen Gerüsten kommt es darauf an, die langen Steifen hinreichend

knicksicher zu machen und durch Dreieckverbände in zwei zueinander senkrechten Richtungen die räumliche Standsicherheit der Rüstung zu sichern. Sind diese Dreieckverbände vorhanden, dann ist das Gerüst auch in der Lage, waagerechte Kräfte ohne Gefahr aufzunehmen. Neuerdings soll man diese waagerechten Kräfte zu mindestens 1% der senkrechten Lasten annehmen.

Professor Dr. Gaede hat sich dieser Gerüste in dankenswerter Weise angenommen; auf seine wertvollen Darlegungen<sup>3)</sup> sei besonders hingewiesen. In Abb. 17 bis 19 ist eine solche Rüstung dargestellt. Die Steifen werden meist in halber Höhe nach beiden Richtungen durch Brettzangen gesichert. Dadurch mindern sich die Knicklängen, wenn durch Dreieckverbände die Unverschieblichkeit des Gerüstes gesichert wird. Diese Verbände pflegen meist nur in jeder zweiten oder dritten Steifenflucht vorhanden zu sein. Professor Gaede empfiehlt die Anordnung liegender Bretter nach Abb. 19, die mit ihrem großen Trägheitsmoment das Ausknicken der Steifenfluchten ohne Dreieckverbände verhindern. Meist legt man die waagerechten Zangen in halbe Höhe der Steifen. Das ist aber statisch unzuweckmäßig, weil die Steifen auf 1 m Länge etwa 1 cm Durchmesserzunahme aufweisen. Ich empfehle daher, die Zangen so zu legen, daß die Steifen im Verhältnis 3:5 geteilt werden. Durch Minderung der Knicklänge steigt die Knicklast des oberen Teils sehr erheblich, so daß die statische Ausnutzung um 50 bis 75% erhöht wird.

### 7. Lehrgerüste von Eisenbeton-Balkenbrücken.

Bei hohen Rüstungen für schwere Balken- und Wölbrücken muß nach § 12, 1, immer ein ausführlicher Standsicherheits-Nachweis geliefert werden. Als Grundsätze, nach denen solche abgebandenen Gerüste zu behandeln sind, dürfen gelten:

1. sichere Überführung der Gerüstlasten auf möglichst kurzem Wege in das Erdreich,
2. sichere Dreieckverbände in der Längs- und Querrichtung der Gerüste,

<sup>3)</sup> Bauindustrie 1940, S. 30; Mitteilungen des Deutschen Beton-Vereins.

3. wenig Stöße von Hirnholz auf Langholz,
4. gründliche Ausbildung der Gerüstknotten,
5. Bevorzugung von Rundholz und Schonung von Kantholz,
6. Einrichtungen, um bei zunehmender Belastung des Gerüsts die Setzungen im Erdreich und innerhalb des Gerüsts dauernd ablesen und verfolgen zu können.

Hierfür sollen zwei Ausführungsbeispiele der Löser-Bauunternehmung KG, Dresden, gegeben werden.

#### Brücke I (Abb. 20 u. 21).

Das Gesamtgerüst besteht aus einem Untergerüst und einem Obergerüst. Die Lasten des Obergerüsts werden durch Bauschrauben auf das Untergerüst abgesetzt; Abb. 20 zeigt die Stabführung dieses Gerüsts; in Abb. 21 ist der Stoß mit den Schrauben dargestellt. Die fächerartig angeordneten Stäben des Obergerüsts bestehen aus Rundholz. Über den Schrauben liegt ein Eichenholzstück. Der Schraubenfuß steht unmittelbar auf dem Hirnholz der Ständer des Untergerüsts.

Bemerkenswert ist, daß bei allen Ausführungen dieser Art die Gerüstbinder liegend zusammengebaut und jeder Binder mit Winden im ganzen aufgerichtet wird, ein Verfahren, das sich als sehr lohnsparend erwiesen hat.

Die Gründung des Gerüsts richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit. Bei sehr festem Grund sind Grundkörper aus Stampfbeton zweckmäßig, bei mittelfestem Boden Roste aus sich kreuzenden Kanthölzern, bei wenig

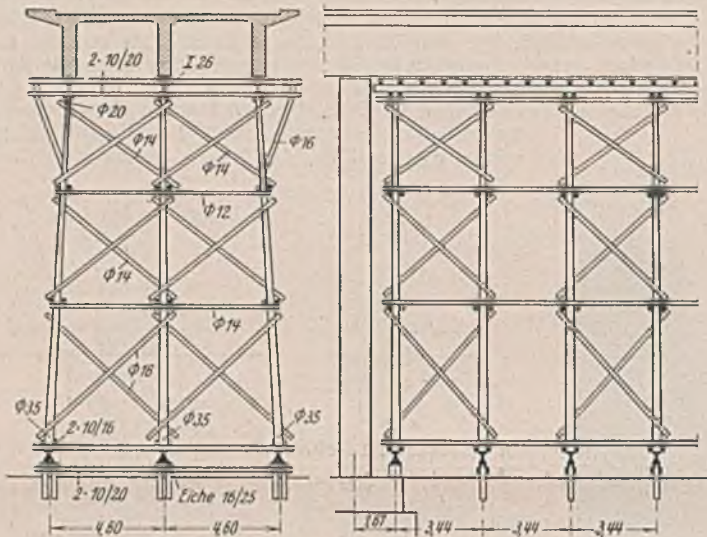


Abb. 22. Lehrgerüst für eine Eisenbeton-Balkenbrücke.

festem Boden gerammte Holzpfähle. Die Überhöhung der Rüstung beträgt 3 cm im ganzen, außerdem erhalten die Hauptbalken parabelförmige Überhöhung mit  $\frac{1}{700} l$  als Stich. Die größte Gesamtsetzung der Gerüstständer blieb mit 28 mm hinter den Annahmen zurück.

Die Abstützung der Balkenschalung auf die Pfeiler wurde vermieden, damit dort keine unsenkbaren Punkte entstehen im Gegensatz zu den etwas senkbaren Gerüststützen. Erst einige Tage nach dem Stampfen der Fahrbahn wurden die Stahlträger der Hauptbalken eingebaut.

#### Brücke II (Abb. 22 u. 23).

Diese Brücke ähnelt in ihrem Aufbau der vorher gezeigten. Es bestand aber hier die Möglichkeit, das Gerüst in jeder Öffnung zweimal zu verwenden, weil die beiden nebeneinanderliegenden Brückenfahrbahnen nacheinander hergestellt werden konnten. Deshalb wurde das Gerüst in Richtung des Brückenquerschnitts fahrbar gestaltet.

Bei diesem Gerüst liegen in der Längsrichtung an Stelle von Holzern Stahlträger I 26 unter den Hauptbalken. Dadurch entfällt die Unterteilung in Obergerüst und Untergerüst. Es gibt nur ein Gerüst, das vom Erdreich ohne Stoß der Gerüstständer bis unmittelbar an die Unterkante der Eisenbeton-Hauptbalken heranreicht. Die Eintragung der Lasten in die Gerüstssäulen gestaltet sich besonders einfach.

Die Gegenüberstellung einiger Zahlen zeigt den technischen Fortschritt bei der Brücke II.

je 1000 m <sup>3</sup> Gerüstraum:	Brücke I	Brücke II
Bedarf an Rundholz . . . . .	9 m <sup>3</sup>	11,4 m <sup>3</sup>
"  "  Kantholz . . . . .	8 "	6,2 "
"  "  Holz insgesamt . . . . .	17 "	17,6 "
Gerüsthöhe . . . . .	12,90 m	14,60 m
Betonlast je m Brücke . . . . .	15,8 t/m	16,0 t/m
Gewicht je m <sup>3</sup> Gerüstraum:		
Holz . . . . .	10,20 kg/m <sup>3</sup>	10,55 kg/m <sup>3</sup>
Kleiseisen . . . . .	0,34 "	0,36 "
Stahlträger . . . . .	—	1,00 "
insgesamt	10,54 kg/m <sup>3</sup>	11,91 kg/m <sup>3</sup>

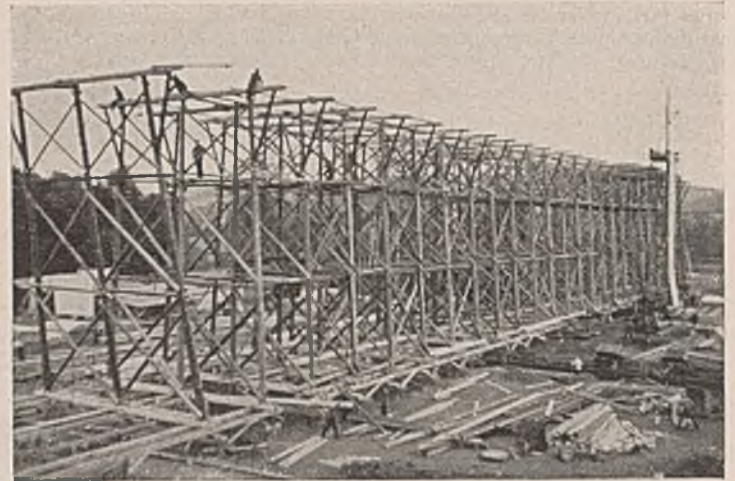


Abb. 23. Lehrgerüst für eine Eisenbeton-Balkenbrücke.

In den Bedarfszahlen und den Gewichtsangaben ist der Brettbelag des Gerüsts nicht eingeschlossen. Der Fortschritt bei der Lösung II besteht darin, daß die gesamte Gerüsthöhe in einem Arbeitsgang bezwungen wurde. Der Anteil an Rundholz stieg von 53 % auf 65 %; der Holzbedarf bei Brücke II stieg nur ganz wenig an, obschon die Gerüsthöhe und die Knicklängen der Ständer um 13 % gewachsen sind. Die Gerüste wurden unter die zweite Fahrbahn auf Holzwalzen verfahren, was nicht die geringsten Schwierigkeiten machte. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

## Zur Prüfung der Schweißempfindlichkeit von Baustählen.

Von Dr. Herbert Buchholtz, Huckingen.

Das Auftreten verformungsloser Brüche an geschweißten Brücken aus St 52 hat umfangreiche Untersuchungen<sup>1)</sup> über den Einfluß der Stahlherstellung, der Werkstoffdicke und der Schweißbedingungen ausgelöst. Indem man die bei der Erschmelzung von Kesselstählen geäußerten Maßnahmen — verbesserte Desoxydation und Wärmebehandlung — auch auf die Herstellung der Brückenbaustähle übertrug, gelang es verhältnismäßig schnell, die Neigung zum Trennbruch — jedenfalls bei einer verschärften Verformungsprüfung — weitgehend zu beseitigen.

Die Stähle, an denen die im Stahlbau bisher unbekannteren Trennbrüche auftraten, galten nach den bisherigen Regeln und auch auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung grundsätzlich als schweißbar.

Die Eignung für die Schmelzschweißung ist keine klar umrissene Werkstoffeigenschaft; sie wird vielmehr in überwiegendem Maße durch die Schweißbedingungen, die Werkstoffdicke und -temperatur, besonders durch den Grad der Schrumpfungshinderung, bestimmt. Die Dehnbarkeit des Begriffs „Schweißbarkeit“ erschwert naturgemäß die Stahleentwicklung und auch die eines zuverlässigen Prüfverfahrens.

So selbstverständlich dies auch klingen mag, es muß von jedem neuen Prüfverfahren die Forderung erfüllt werden, daß zwischen dem

Prüfergebnis und den Erfahrungen der Praxis — z. B. dem Verhalten bei der Verarbeitung und der Bewehrung im Bauwerk — zumindest gütemäßig gleichlaufende Beziehungen bestehen. Aus dieser Forderung, die leider allzuoft vergessen wird, ergibt sich der selbstverständliche Schluß, daß die Zuverlässigkeit eines Prüfverfahrens an Werkstoffen erprobt werden muß, die aus bewährten Bauwerken ausgebaut wurden. Solange dieser Nachweis nicht erbracht ist und von Zeit zu Zeit wiederholt wird, besteht die Gefahr einer einseitigen Fehlentwicklung von Eigenschaften, die für die Sicherheit eines Bauwerks von untergeordneter Bedeutung sind.

Trotzdem nachgewiesen ist, daß die Herstellung eines verwickelten geschweißten Tragwerks mit großen Querschnittsunterschieden in erster Linie vom Schweißplan und den Schweißbedingungen, erst untergeordnet vom Stahl, abhängt, wird vom Stahlbau in steigendem Maße die Forderung nach einem schweißunempfindlichen Stahl mit hoher Streckgrenze auch für große Abmessungen erhoben. Damit wird die Lösung der Aufgabe, sichere Schweißverbindungen zu erreichen, über Gebühr ins Stahlwerk verlegt und die Bedeutung der Entwurfsgestaltung, des Schweißplans, der Schweißbedingungen, z. B. des Schweißens unter Vorwärmung, vergessen.

Der wenig einheitliche Sprachgebrauch macht es notwendig, den Begriff „Schweißempfindlichkeit“ gegen andere Eigenschaften abzugrenzen, selbst auf die Gefahr hin einer zu engen Beschränkung. Hier wird unter „Schweißempfindlichkeit“ die Neigung des Werkstoffs verstanden, bei der Lichtbogenschweißung — vorzugsweise bei der Einlagenschweißung — Eigenschaftenänderungen in einem Ausmaß zu erleiden, daß die während des

<sup>1)</sup> Schaper, Bautechn. 1938, S. 649 bis 655; Schaechterle, Bautechn. 1939, S. 46 bis 52; Kühnel, St. u. E. 1940, S. 381 bis 390 u. 405 bis 412, (Werkst.-Aussch. 496); Große, St. u. E. 1940, S. 441 bis 453, (Werkst.-Aussch. 499).

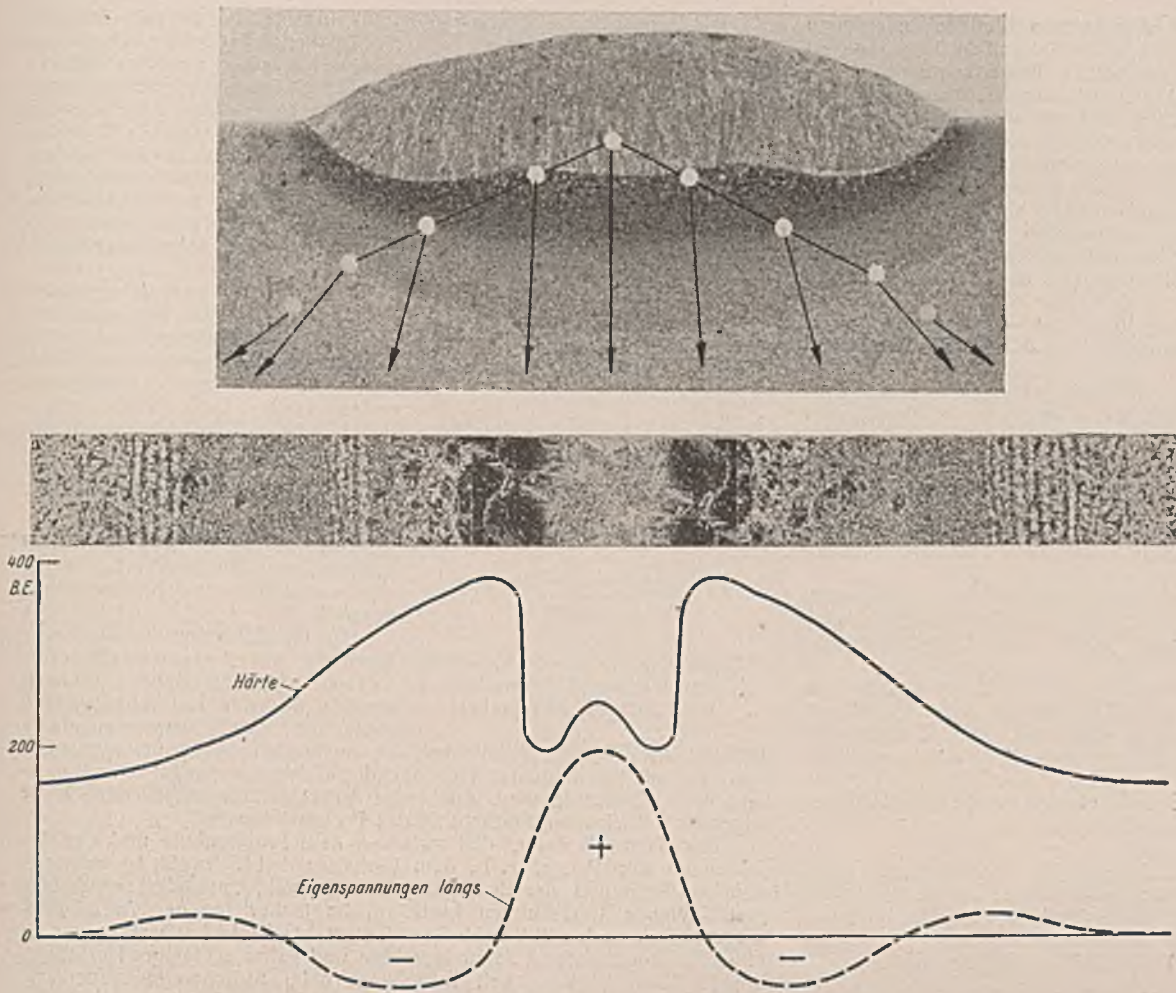
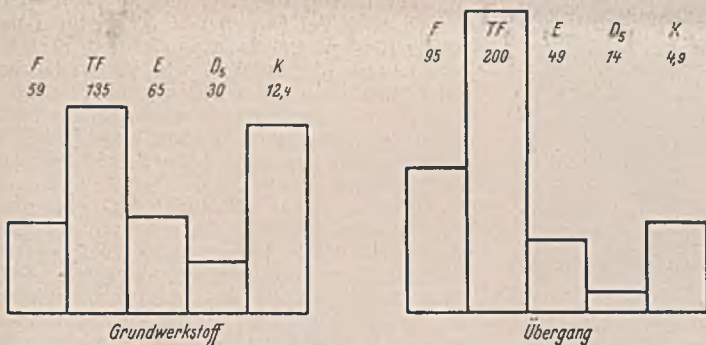


Abb. 1. Eigenschaftsänderung neben der Schweißraupe.



Zu Abb. 1.

Schweißens auftretenden Spannungen nicht mehr durch Verformung aufgenommen werden, sondern zu Spannungsrissen führen. Die Prüfung dieses ungenügend umrissenen Eigenschaftsgebietes setzt eindeutige und jederzeit wiederholbare Schweiß- und Einspannbedingungen voraus.

Welcher Art sind nun die Werkstoffveränderungen, die durch die sprunghafte Erhitzung bis über Schmelztemperatur mit schroffster Wärmeabfuhr in der Umgebung einer Einlagenschweiße entstehen? (Abb. 1).

1. Auf kleinstem Raum wechselt in schneller Folge das Gefüge vom überhitzt gehärteten, einheitlichen Martensit über ein ungenügend ausgeglichenes zwischen A<sub>1</sub> und A<sub>3</sub> abgeschrecktes Mischgefüge mit Martensitinseln in ferritischer Grundmasse bis zum unbeeinflussten Grundwerkstoff. Dieser schnelle Wechsel im Gefüge erstreckt sich in der Breite auf nur 2 bis 3 mm.

2. Gleichlaufend mit dem ungleichförmigen Gefüge in der Übergangszone treten starke Unterschiede in den Festigkeitseigenschaften, besonders der Härte und der Dehnbarkeit auf. Je gleichmäßiger das Gefüge der Übergangszone, um so gleichmäßiger ist nach den Untersuchungen von W. Bischof<sup>2)</sup> auch der Härteverlauf.

3. Als ursächlich mit dem ungleichförmigen Gefüge verbunden beobachtet man in der Übergangszone einen ungleichförmigen Spannungszustand, hervorgerufen durch die unterschiedliche Dichte von Martensit, Troostit und ferritischer Grundmasse. Diesen Gefüge-  
spannungen überlagert sich ein mehr makroskopischer Eigenspannungs-

zustand, verursacht durch die unterschiedlichen Wärmedehnungen. Gefügespannungen und behinderte Wärmedehnung und -schrumpfung bewirken offenbar praktisch dreiaxiale Zugeigenspannungen in kleinsten Bereichen, besonders wenn die Temperatur der Martensitbildung niedrig liegt. Ähnlich wie in gehärteten Werkzeugstählen ist also auch in der ungleichförmigen Übergangszone das Auftreten von Mikrorissen, besonders bei grobkörnigen, umwandlungsträgen Stählen denkbar und neuerdings durch W. Bischof nachgewiesen worden.

Hier wird davon abgesehen, auf die Ursachen für die Werkstoffveränderungen in der Nahtumgebung einzugehen; sie liegen teils im Werkstoff selbst, teils in den Schweißbedingungen<sup>3)</sup>.

Die Summe dieser vielfältigen Eigenschaftsänderungen in der Übergangszone, im wesentlichen aber die auf kleinstem Raum zusammengedrängten Unterschiede im Gefüge, in den Festigkeitseigenschaften und in den Eigenspannungen, führt nun bei stark behinderter Schrumpfung oder bei mehrachsiger Beanspruchung zum plötzlichen Versagen des sonst zähen Werkstoffs; man beobachtet daher beim Schweißen unter starrer Einspannung Risse in der Übergangszone oder bei dem bekannten Aufschweißbiegeversuch verformungslose Brüche. Das Auftreten verformungsloser Brüche in einem durch die übliche Werkstoffprüfung als verformungsfähig und zäh bewerteten Baustoff — noch dazu bei rechnerisch geringer mittlerer Beanspruchung — erfordert

ein erhebliches Umlernen beim Entwerfen. Das Ähnlichkeitsgesetz, das bei statischer Beanspruchung ebener und kerbbarer Querschnitte befriedigende Gültigkeit hat, verliert mehr und mehr seine Geltung, wenn der Werkstoff zu massiven Querschnitten angehäuft wird und sich der rechnerisch niedrigen äußeren Beanspruchung mehrachsige Eigenspannungen überlagern. Solche Bedingungen liegen nun nach K. Klöppel<sup>4)</sup> in Kehlnähten an massiven Gurtplatten und auch bei der Aufschweißbiegeprobe vor.

<sup>3)</sup> Die Prüfung der Schweißempfindlichkeit von Baustählen. St. u. E. 1940, S. 1145 bis 1151.

<sup>4)</sup> Stahlbau 1938, S. 105 bis 110.

Gruppe	Prüfverfahren	Durchführung	Spricht an - auf
A Schweiß- verbindung	1 Zugversuch	nach DVM A 120	Festigkeit der Schweiße
	2 Biegeversuch	über Raupe od. Wurzel	Verformbarkeit der Verbindung
	3 Kerbschlagversuch	Kerb in Naht oder Übergangszone	Kerbzähigkeit der Schweiße des Überganges
B Einlagen- raupe	4 Härtebestimmung n. Vickers od. Rolldur		Schweißaufhärtung
	5 Zugversuch		Dehnung der Schweiße, Trennfestigkeit des Stahles
	6 Aufschweißbiegeprobe		Verformbarkeit des Stahles im mehrachsigen Spannungszustand
	7 Kerbbiegeversuch		Verformbarkeit der Übergangszone und Zähigkeit
	8 Kerbschlagbiegeprobe	wie 7	des Stahles
	9 ⊥-Biegeprobe		Verformbarkeit von Stahl und Schweiße
	10 Kaltwalzversuch		Risse und Verformbarkeit der Übergangszone
11 Einspann-Schweißpr.		Schrumpfrübnigung von Stahl und Schweiße	
C Blind- versuche	12 Härtebiegeprobe	von A <sub>3</sub> geregelt abgesch.	Biegefähigkeit des Stahles nach gleichmäßiger Härtung
	13 Härtekerbschlagprobe	" " " "	Kerbzähigkeit " " " "
	14 Kerbbiegeversuch am Walzstab		" " " " und Dickenempfindlichkeit
	15 Nutpreßbiegeversuch	wie 14, Nut eingepreßt	Biegefähigkeit nach Kaltverfestigung und Alterung
	16 Gasschmelzschmitt-Biegeversuch	wie 14, über Autogen-Schmelzschmitt geblasen	" " " " örtlicher Härtung (Eigenspannungen)

<sup>\*)</sup> Hautmann, H.: Mitt. Forsch. Anst. G.H.R.7 (1939) S. 41/47

Abb. 2. Verfahren zur Prüfung der Schmelzschweißbarkeit.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenh. W. 13, (1939 bis 1940), S. 519 bis 530, (Werkst.-Aussch. 502).

Die durch den Schweißvorgang verursachten Werkstoffänderungen sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen<sup>5)</sup> im In- und Ausland gewesen mit dem Ziel, die eine oder andere Eigenschaft zur Bewertung der Schweißbarkeit heranzuziehen. Chemische Zusammensetzung, Wärmeuntersuchung und Festigkeitseigenschaften sind wohl zur allgemeinen Bewertung eines in der Schweißtechnik noch unbekanntem Stahls notwendig, die Schweißbarkeit wird aber immer unter Bedingungen bestimmt werden müssen, die denen im Bauwerk grundsätzlich gleichen und genau wiederholbar sind.

Da der Einfluß des Schweißvorgangs besonders stark in der Abnahme der Verformbarkeit der Übergangszone wirksam wird, sind auch die bisher vorgeschlagenen Prüfverfahren überwiegend auf die Bestimmung der Verformbarkeit unter verschärften Bedingungen abgestellt (Zusammenstellung der Abb. 2).

In Gruppe A wird die Schweißverbindung — meist eine durch Mehrlagenschweißung hergestellte Stumpfnah — durch Zug-, Biege- und Kerbschlagversuch geprüft.

In Gruppe B sind Festigkeits- und Verformungsprüfungen an Einlagenschweißungen, sei es nach Auflegen einer Raupe oder einer Kehlnah, zum Teil unter scharfer Einspannung, zusammengestellt.

Gruppe C umfaßt Blindversuche, bei denen also nicht geschweißt wird, sondern die verschiedenen Eigenschaftsänderungen, wie Aufhärtung, Verformbarkeit im mehrachsigen Spannungszustand und die mit Dickenempfindlichkeit bezeichnete Kerbempfindlichkeit großer Werkstückdicken unter Umgehung des Schweißens getrennt oder auch summarisch untersucht werden.

Während der bekannte Zugversuch einer Stumpfverbindung allgemein die Verschweißbarkeit des Grundwerkstoffs mit verschiedenen Elektroden bewertet, gibt der Biegeversuch doch bereits einen Einblick in die Eignung für Lichtbogenschweißung.

So zeigt Abb. 3 nach Untersuchung bei der U. S. Navy<sup>6)</sup> einen auswertbaren Zusammenhang zwischen Bruchbiegewinkel und C-Gehalt unlegierter SM-Stähle (Blechdicke 12,5 mm). Bei etwa 0,30% C nimmt der Bruchbiegewinkel — besonders beim Biegen über die Wurzel — deutlich von etwa 120° auf unter 50° ab.

Im übrigen sagen die Prüfverfahren in Gruppe A über die Schweißempfindlichkeit dicker Querschnitte nichts aus.

Die Schweißaufhärtung gibt wohl ein Güteurteil über die Schweißempfindlichkeit, jedoch ist es nicht möglich, eine bestimmte, eben noch zulässige Höchststärke in der Übergangszone einer nach bestimmten Bedingungen hergestellten Einlagenschweißung anzugeben, oberhalb deren die Schweißung besondere Vorsichtsmaßnahmen erfordert oder aber die Sicherheit einer Kehlnahverbindung in Frage gestellt ist. Die Tatsache, daß hochbeanspruchte Schweißbauten mit erheblicher Härte in der Übergangszone mit voller Sicherheit betrieben werden, beweist, daß die Schweißaufhärtung nur eine Teilerscheinung der Schweißempfindlichkeit darstellt.

Der bereits vor Jahren vorgeschlagene L-Raupen-Zugversuch hat für die Prüfung größerer Querschnitte keine Bedeutung erlangt, wahrscheinlich, weil das Einspannen und Zerreißn großer Querschnitte erheblichen Aufwand an Maschinen und Werkstoff erfordert.

Die Prüfverfahren 6 bis 9 bewerten die Schweißempfindlichkeit nach der Verformbarkeit der Einlagenschweißung im langsamen oder schlagartigen Biegeversuch, dabei wird zusätzlich das Bruchaussehen beurteilt.

Die Durchführung und die innere Mechanik des Aufschweißbiegeversuchs<sup>7)</sup> ist hinreichend bekannt; ähnlich wie der Kerbschlagversuch stellt er eine zusammengefaßte

Prüfung auf Trennempfindlichkeit im mehrachsigen Spannungszustand dar. Da mit zunehmender Werkstückdicke der Spannungszustand mehr und mehr dreiaxig wird, erfaßt der Aufschweißbiegeversuch auch die sogenannte Dickenempfindlichkeit des Probestückes.

Der Nachweis dafür, daß zwischen dem Prüfergebnis und den Erfahrungen der Praxis, z. B. dem Verhalten bei Schweißung schwerer Brückenträger und der Bewährung im Bauwerk, zumindest gütemäßig gleichlaufende Beziehungen bestehen, ist bisher für den Aufschweißbiegeversuch noch nicht befriedigend erbracht. Wohl beobachten wir für einen St 52 mit grobem Sekundärgefüge und daher schlechter Kerbzähigkeit Trennbruch beim Aufschweißbiegeversuch, ähnlich aussehend wie bei den bekannten Schadensfällen an Brücken aus St 52.

Vor Eintritt des Trennungsbruches werden jedoch auch bei Dicken von 50 mm und mehr häufig Biegewinkel zwischen 30 und 50° beobachtet, also Biegewinkel, wie sie weder beim Schweißen noch beim Zusammenbau, noch im Betriebe auftreten. Damit wäre also die zusätzliche Forderung eines Verformungsbruches unnötig, sofern genügend hohe Bruchbiegewinkel nachgewiesen werden.

Ebenso sicher ist auch, daß eine große Zahl geschweißter Brücken aus St 52 in Betrieb sind, deren Gurte beim Aufschweißbiegeversuch mit geringem Biegewinkel versagen würden. Die Hüttenleute haben daher schon mehrfach die Anregung gegeben, durch Ausbau von dickwandigen Schweißträgern aus Bauwerken und Prüfung im Aufschweißbiegeversuch die Gültigkeit dieses Versuches nachzuprüfen. Es soll nicht geleugnet werden, daß die Verwendung eines

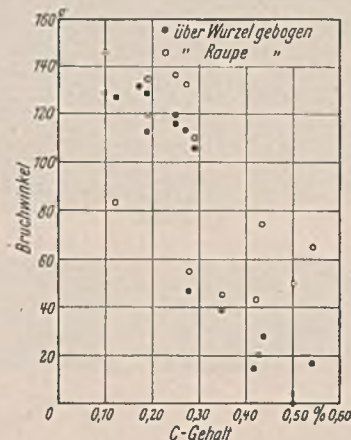


Abb. 3. Bruchbiegewinkel und C-Gehalt (10 mm Stumpfnah, bearbeitet) nach Jackson und Luther.

<sup>5)</sup> French u. Armstrong, Weld. J. 18 (1939), Nr. 10, (Suppl. Engng. Found. Weld. Res. Com.), S. 339 bis 347; Schönrock, Techn. Mitt. Essen 1938, S. 508 bis 513; Kommerell, Bautechn. 1939, S. 162; Kühnel, s. Fußnote 1 a. a. O.

<sup>6)</sup> Jackson u. Luther, Weld. J. 19 (1940), S. 321 bis 364.

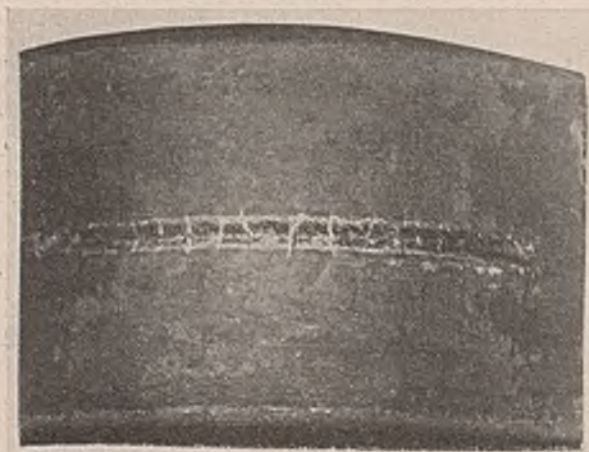


Abb. 4a. Verformungsbruch.



Abb. 4b. Mischbruch.



Abb. 4c. Trennbruch.

Abb. 4a bis c. Bruchart bei der Aufschweißbiegeprobe von 50 mm Dicke.

Zusammenstellung 1.

St 37		St 52	
Zahl der Versuche	Biegewinkel in Grad	Zahl der Versuche	Biegewinkel in Grad
23	> 90	29	> 80 teilweise > 50
11	40 bis 80	12	40 bis 75
41	20 bis 40, vereinzelt bis 65, i. M. 33	107	5 bis 45, vereinzelt bis 55, i. M. 25

<sup>7)</sup> Bierett u. Stein, St. u. E. 1938, S. 427 bis 431 (Werkst.-Aussch. 417); Kommerell, St. u. E. 1937, S. 421, 389 bis 398 u. 419 bis 422 (Werkst.-Aussch. 372), Stahlbau 1938, S. 49 bis 54; Houdremont, St. u. E. 1939, S. 1241 bis 1248 u. 1268 bis 1273; Schönrock u. Wiester, Techn. Mitt. Krupp A., Forsch.-Ber. 2 (1939), S. 191 bis 205; Wasmuht, Stahlbau 1940, S. 77 bis 80.



Stahls mit gutem Ausfall der Aufschweißblegeprobe den entwerfenden Ingenieur und den Bauherrn in ein Gebiet höherer Sicherheit führt.

Neben seinem erheblichen Aufwand an Werkstoff und Prüfeinrichtungen weist der Aufschweißblegeversuch erhebliche Streuungen in der Beziehung von Bruchbiegewinkel und Bruchart — Verformungsbruch, Trennbruch — auf.

Als reiner Verformungsbruch (Abb. 4a) wird bei der in Zusammenstellung 1 wiedergegebenen Auswertung das Bruchaussehen bezeichnet, bei dem dem Bruchverlauf im Gefüge eine Verformung auf Gleitebenen vorangeht. Der Bruch hat ein matschniges Aussehen ohne kristalline Flächen.

Als reiner Trennbruch (Abb. 4c) wird das Bruchaussehen bezeichnet, bei dem der Bruch ohne jede Verformung auf den Kristallgrenzen verläuft und das Bruchbild überwiegend kristallin ist. Hier wurden zur Vereinfachung in die Gruppe der Trennbrüche auch solche Proben aufgenommen, bei denen die kristalline Bruchfläche die gesamte Probendicke erfaßt, während die Ränder zum Teil noch ein matschniges Aussehen haben. Zwischen diesen beiden Grenzfällen liegt ein Übergangsgebiet verschiedener Mischbrucharten.

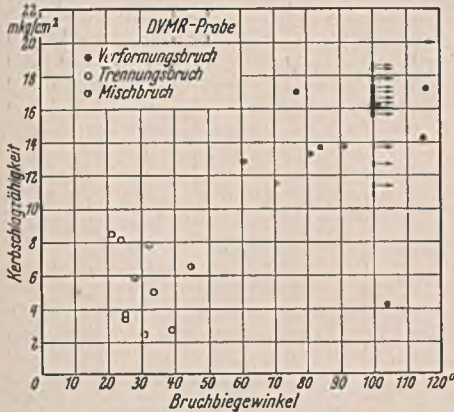


Abb. 5. Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit vom Bruchbiegewinkel. St 37 SM, unberuhigt.

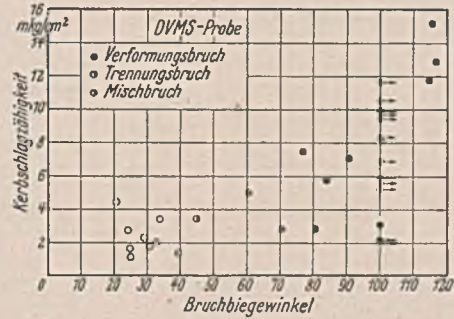


Abb. 6. Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit vom Bruchbiegewinkel. St 37 SM, unberuhigt.

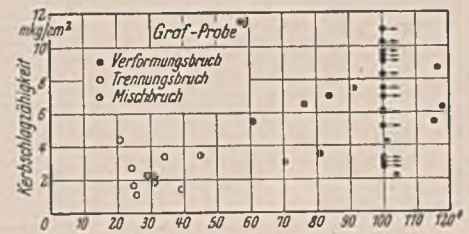


Abb. 7. Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit vom Bruchbiegewinkel. St 37 SM, unberuhigt.  
\*) Graf, O.: Ber. Dtsch. Aussch. f. Stahlbau 1940, Heft 11

In der Gruppe Mischbrüche (Abb. 4b) sind alle Brüche zusammengefaßt, bei denen der kristalline Verlauf über die Dicke durch Verformungsflächen aufgefangen wurde. Diese Bruchart gilt nach der Reichsbahnvorschrift noch als Verformungsbruch.

Zusammenstellung 1.

Biege Winkel bei der Aufschweißblegeprobe von 50 mm Dicke bei verschiedenen Brucharten.

Bruchart	St 37		St 52	
	Zahl der Versuche	Biege Winkel in Grad	Zahl der Versuche	Biege Winkel in Grad
Verformungsbruch (Abb. 4a)	23	> 90	29	> 80, teilweise > 50
Mischbruch (Abb. 4b)	11	40 bis 80	12	40 bis 75
Trennbruch (Abb. 4c)	44	20 bis 40, vereinzelt bis 65, i. M. 33	107	5 bis 45, vereinzelt bis 55, i. M. 25

Wie Zusammenstellung 1 zeigt, ist die Abgrenzung des Trennbruches zum Mischbruch mit Hilfe des Biege Winkels nicht möglich. Bei St 37 überschneidet sich das Gebiet zwischen 40 und 60°. Bei St 52 beginnt das Gebiet des Mischbruches oberhalb 40, der Trennbruch geht aber über 40° noch hinaus und reicht in Einzelfällen bis 65°. Die heute geltende Vorschrift der Reichsbahn für den Mindestbiege Winkel oder die Bruchart bedarf daher einer Berichtigung.

Diese Überlegungen führten zu umfangreichen Gemeinschaftsversuchen sowohl bei der Reichsbahn wie auch beim Verein Deutscher Eisenhüttenleute mit dem Ziel, die Aufschweißblegeprobe durch eine der üblichen Kerbschlagproben zu ersetzen. Darüber hinaus wurde nach Beziehungen zwischen dem Aufschweißblegeversuch und der Trennempfindlichkeit nach Kuntze<sup>8)</sup>, der Einspannschweißprobe nach Swinden und Reeve<sup>9)</sup>, der Ehn-Korngröße<sup>10)</sup> und anderen Eigenschaften gesucht. Die Ergebnisse von mehr als 100 Aufschweißblegeproben aus St 37 150 aus St 52 sowie mehr als 600 Kerbschlagproben aus St 37 und 1000 aus St 52 sind bisher nur in großen Zügen ausgewertet; dabei war es notwendig, auch innerhalb der Gruppe St 52 nach einzelnen Stahlarten zu unterteilen. Soweit die Auswertung bisher einwandfrei war, sind die wichtigsten Ergebnisse in Abb. 5 bis 10 dargestellt. Die Kerbschlagzähigkeit ist der Mittelwert aus mindestens 6 Proben aus Rand und Kern des Walzquerschnitts.

Bei St 37 (Abb. 5 bis 7) scheint die DVMR-Probe deutlichere Unterschiede zu ergeben als die Scharfkerbproben, allerdings finden sich zwischen 50 und 80° Biege Winkel zu wenig Werte. Über 50° Biege Winkel und 10 mkg/cm<sup>2</sup> liegt das sichere Gebiet des Verformungsbruches.

Bei St 52 auf Si-Mn-Cu-Grundlage (Abb. 8 bis 10) geben die Scharfkerbproben bessere Unterschiede als die DVMR-Probe. Oberhalb 50° Biege Winkel und 12 mkg/cm<sup>2</sup> liegt das Gebiet des Verformungs- und Mischbruches.

Für die Gruppe der Si-Mn-Stähle und des Cr-Cu-Stahls sind die Beziehungen besonders im Gebiet des Mischbruches weniger klar. Auf die Wiedergabe in diesem Rahmen wurde verzichtet; es ist vorgesehen, an anderer Stelle ausführlich zu berichten.

Auswertbare Beziehungen zwischen Aufschweißblegeversuch und der Trennempfindlichkeit nach Kuntze oder den Einspannschweißproben bestehen nicht. Ebenso wenig konnte ein Zusammenhang zwischen Bruchbiege Winkel oder Kerbschlagzähigkeit und der metallurgisch bedingten  $\gamma$ -Korngröße oder aber dem Hysteresisbereich des  $A_1$ - oder  $A_3$ -Punktes beobachtet werden.

<sup>8)</sup> Wiss. Abh. Dtsch. Mat.-Prüf.-Anst. 1939, S. 11 bis 18.

<sup>9)</sup> Quart. Trans. Inst. Weld. 1 (1938), S. 7 bis 24.

<sup>10)</sup> Mc. Quaid, H. W. u. E. W. Ehn, Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 67 (1922), S. 341 bis 391; vgl. St. u. E. 1936, S. 1114.

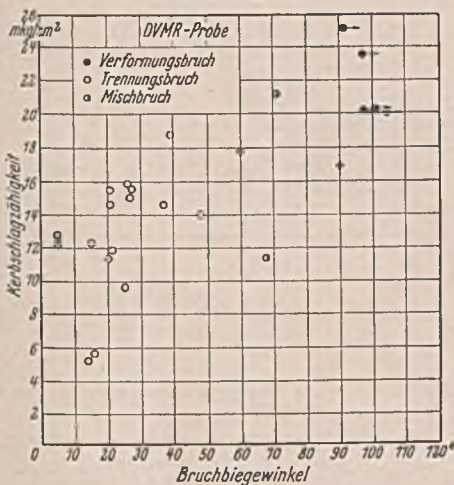


Abb. 8. Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit vom Bruchbiegewinkel. St 52, Si-Mn-Cu-Stahl.

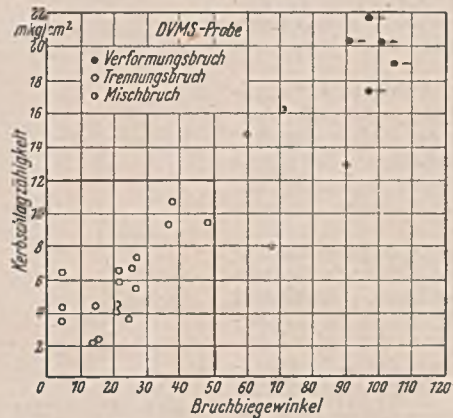


Abb. 9. Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit vom Bruchbiegewinkel. St 52, Si-Mn-Cu-Stahl.

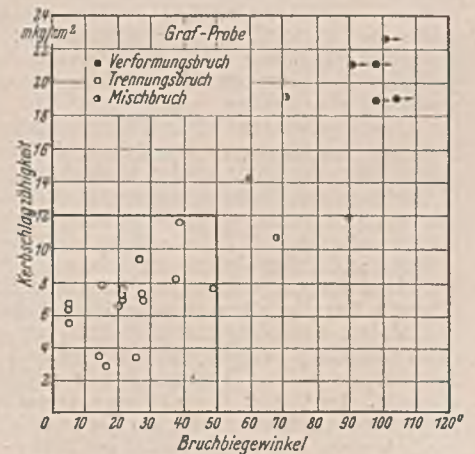


Abb. 10. Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit vom Bruchbiegewinkel. St 52, Si-Mn-Cu-Stahl.

Neuerdings wurde von A. Fry und L. Kirchfeld<sup>11)</sup> auf Grund allgemeiner Überlegungen und einiger 50-kg-Hochfrequenzofen-Schmelzen die Einführung der Alterungskerbzähigkeit in die Stahlabnahme für den Großstahlbau gefordert. Die Forderung hoher Alterungssicherheit — sogar unter Verzicht auf eine hohe Streckgrenze — wird im wesentlichen damit begründet, daß bei allen bekannten Schadensfällen spröde

Brüche beobachtet wurden, wie sie auch durch Alterungsprödigkeit entstehen; dies deutet auf innere Zusammenhänge zwischen den Brüchen in Bauteilen und der Alterungsprödigkeit hin.

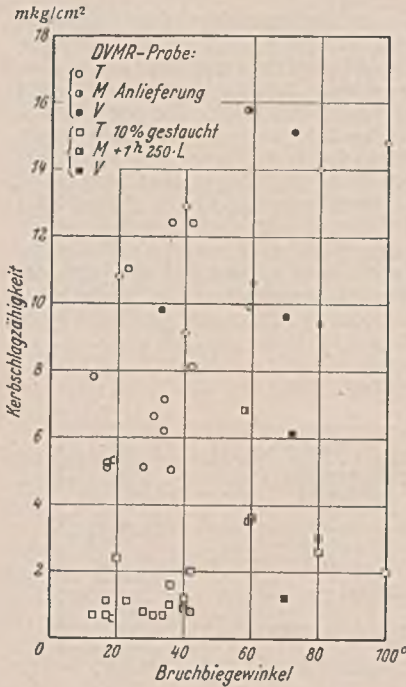


Abb. 11.

Alterungskerbzähigkeit und Bruchbiegewinkel im Aufschweißblegeversuch. St 52, Mn-Si-Stahl.

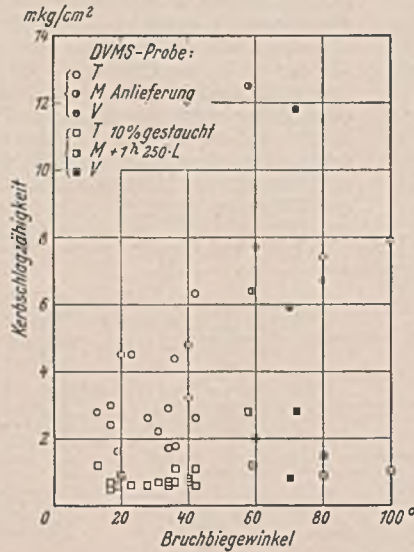


Abb. 12.

Alterungskerbzähigkeit und Bruchbiegewinkel im Aufschweißblegeversuch. St 52, Mn-Si-Stahl.

Für die DVMS-Probe werden die Verhältnisse noch ungünstiger. Hier beobachtet man im Gebiet des Verformungsbruches Alterungskerbzähigkeitswerte zwischen 1 und 3, im Gebiet des Trennbruches Werte um 1 mkg/cm<sup>2</sup>. Auswertbare Beziehungen bestehen also nicht.

Darüber hinaus muß festgestellt werden, daß Beanspruchungen, wie sie beim Alterungskerbzschlagversuch gewählt werden — 10% Kaltverformung + Anlassen und schlagartige Beanspruchung — weder bei der Verarbeitung des Baustahls noch im Bauwerk auftreten.

Darüber hinaus trifft die Forderung, zur Erhöhung der Sicherheit eines Baustahls die Alterungskerbzschlagprobe einzuführen, auf die Schwierigkeit, einen bestimmten Mindestwert festzulegen, der die berechtigten Ansprüche des Verbrauchers mit denen einer wirtschaftlichen und sicheren Herstellung im Stahlwerk in Einklang bringt. Die Alterungskerbzschlagprobe kann daher weder den Aufschweißblegeversuch ersetzen, noch die Gewähr für Schweißverbindungen geben, die gegen alle Mißhandlungen unempfindlich sind.

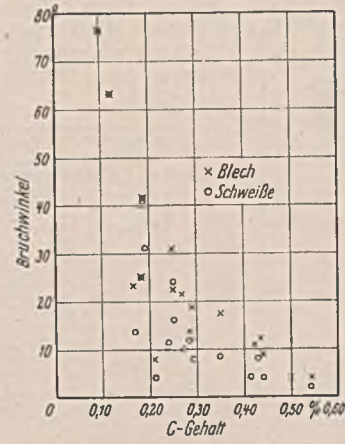


Abb. 13.

Bruchbiegewinkel und C-Gehalt an der Kerbblegeprobe nach Jackson und Luther.

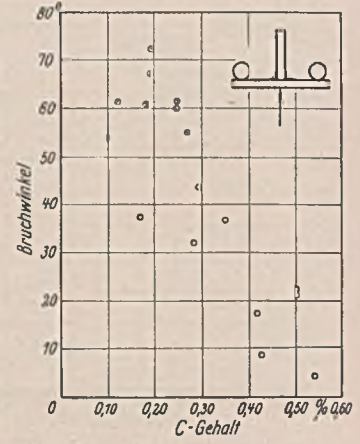


Abb. 15.

Bruchbiegewinkel und C-Gehalt nach Jackson und Luther.

Die gleiche Begründung wurde seinerzeit auch für die Einführung der Aufschweißblegeprobe gegeben; sie hat hier ihre Berechtigung, da beim Aufschweißblegeversuch, ausgehend von der Schweißnaht, spröde Brüche beobachtet werden können, und zwar ohne vorausgehende Kaltverformung und Alterung, lediglich als Folge der Trennempfindlichkeit dicker Querschnitte.

Es liegt also nahe, nachzuprüfen, ob und wie weit zwischen dem Ausfall der Aufschweißblegeprobe und der Alterungskerbzähigkeit sowie der Kerbzähigkeits-Abnahme durch Alterungsbehandlung statistisch auswertbare Beziehungen bestehen. Feststeht, daß durch jede Maßnahme, die die allgemeine Zähigkeit des Stahls erhöht, sei sie metallurgischer oder thermischer Art, der Biegewinkel der Aufschweißblegeprobe verbessert und die Neigung zum Trennbruch herabgesetzt wird. Zu diesen metallurgischen Maßnahmen gehört auch die weitgehende Desoxydation des Izzetstahls durch Aluminiumzugaben zum Stahlbade, die über die Zugabemenge hinausgehen, die zur Erzeugung eines metallurgisch-feinkörnigen, schweißunempfindlichen Stahls für dicke Querschnitte üblich ist.

Zur Klärung etwaiger Zusammenhänge wurden aus Aufschweißblegeproben von grob- und feinkörnig erschmolzenem Baustahl St 52 (Mn-Si-Stahl) Kerbschlagproben entnommen und im Anlieferungszustand sowie nach 10% Stauchung und 1/2 stündigem Anlassen bei 250° bei + 20° geprüft.

Der Stahl lag als Blech oder Universaleisen mit 40 bis 55 mm Dicke sowohl im Walzzustand wie nach Normalglühung vor; die Kerbschlagproben (DVMR und DVMS) wurden in Längsrichtung aus dem Rand sowie der Querschnittsmitte entnommen; die in Abb. 11 u. 12 dargestellten Ergebnisse sind die Mittelwerte von je 3 Rand- und 3 Kernproben. Nennenswerte Unterschiede zwischen Rand- und Kernproben waren nicht vorhanden.

Den Ergebnissen ist in Übereinstimmung mit Abb. 8 u. 9 die allgemeine Feststellung zu entnehmen, daß der Bruchbiegewinkel im Aufschweißblegeversuch mit der Kerbschlagzähigkeit des Stahls ansteigt, die Neigung zum Trennbruch also abnimmt. Oberhalb von 50° Biegewinkel und oberhalb einer Kerbschlagzähigkeit von ~ 9 mkg/cm<sup>2</sup> bei der DVMR- oder oberhalb von ~ 6 mkg/cm<sup>2</sup> bei der DVMS-Probe liegt das sichere Gebiet des Verformungsbruches.

Nach Alterungsbehandlung sind die Beziehungen nicht mehr eindeutig. Zwar gehören zu Bruchbiegewinkeln unter 50° auch niedrige Werte für die Alterungskerbzähigkeit (unter 3 mkg/cm<sup>2</sup>); im Gebiet des Verformungsbruches jedoch werden nach Alterung sowohl Kerbschlagzähigkeitswerte von 1 mkg/cm<sup>2</sup> wie auch solche von 6 mkg/cm<sup>2</sup> beobachtet. Im Gebiet des Verformungsbruches, der bei der Aufschweißblegeprobe als Kennzeichen für die praktische Bewährung angenommen wird, besteht also — jedenfalls zur Zeit — noch nicht die Möglichkeit, einen Mindestwert für die Alterungskerbzähigkeit anzugeben, da hohe Biegewinkel mit Verformungsbruch auch bei Alterungskerbzähigkeitswerten von 1 mkg/cm<sup>2</sup> beobachtet wurden.

Angeregt durch deutsche Arbeiten an Flugzeugstählen werden neuerdings in Amerika die Kerbblegeversuche zur Ermittlung der Schweißempfindlichkeit herangezogen. Einen ähnlichen Kerbschlagversuch schreibt auch die belgische Staatsbahn vor. Nach Ätzung wird der Kerb bis zur Zone höchster Schweißaufhärtung eingefräst und die Probe anschließend

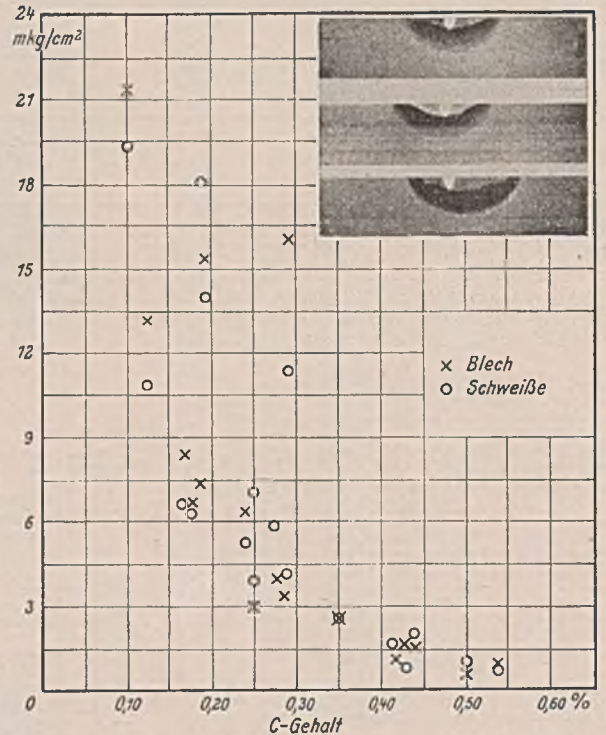


Abb. 14. Kerbschlagprobe einer Einlagenschweißung nach Jackson und Luther.

entweder langsam bis zum Bruch gebogen oder im Pendelschlagwerk geschlagen. Abb. 13 zeigt aus amerikanischen Untersuchungen<sup>12)</sup> den Einfluß des C-Gehalts auf den Bruchbiegewinkel, Abb. 14 auf die Kerbschlagzähigkeit.

<sup>11)</sup> A. Fry u. L. Kirchfeld, Z. d. Vdl 1941, S. 511 bis 516.

<sup>12)</sup> Jackson u. Luther, Weld. J. 19(1940) S. 351 bis 364.

Die Ergebnisse lassen eine klare Grenze für schweißempfindliche oder gut schweißbare Stähle nicht erkennen. Oberhalb 0,3% C liegen die Werte sowohl für das Blech wie für die Schweiße niedrig. Die Eignung dieser Kerbschlagprobe wurde inzwischen auch von W. Bischof<sup>13)</sup> an verschiedenen Stählen untersucht; sie erwies sich jedoch wegen zu großer Streuung der Versuchswerte als nicht zweckmäßig.

Mehr Aussicht auf Erfolg scheint die in Amerika gebräuchliche  $\perp$ -Biegeprobe gemäß Abb. 15 zu bieten. Sie spricht jedoch auch auf Dopplungen im Blech an — Biegewinkel unter 30° bei Stählen unter 0,25% C sind auf Dopplungen zurückzuführen. Oberhalb von 0,3% C liegen die schweißempfindlichen Stähle mit geringen Biegewinkeln unter 30°.

Die sehr scharfe Verformung durch Kaltwalzen mit einer von Stich zu Stich festgelegten Abnahme soll Risse in der Übergangszone aufdecken oder in der Zahl der Stiche ein Maß für die Verformbarkeit der Übergangszone und damit für die Schweißbarkeit geben. Die Untersuchungen von Jackson und Luther<sup>12)</sup> haben jedoch kein brauchbares Ergebnis gehabt, eigene Erfahrungen liegen nicht vor.

1938 wurden in England<sup>14)</sup> zwei Verfahren zur Prüfung härterer Stähle auf Ribneigung beim Schweißen entwickelt. Ähnlich wie bei der Focke-Wulf-Probe<sup>15)</sup> für die Gasschmelzschweißung wird bei diesen Einspannschweißproben versucht, den Schrumpfvorgang einer Kehlnaht möglichst stark zu behindern. Hier soll nur auf die Swinden- und Reeveprobe näher eingegangen werden, da sie im Rahmen der Gemeinschaftsarbeit beim Verein Deutscher Eisenhüttenleute mit herangezogen wurde. Gemäß Abb. 16 besteht die Prüfvorrichtung aus einer dicken Grundplatte. Bei der Kehlnahtprüfung wird ein Stück des Prüfbleches mit Schrauben so befestigt, daß an einer Seite ein breiter Streifen des unteren Bleches übersteht. Die Schrauben werden nicht übermäßig fest angezogen und die drei Seiten mit der schmalen Kante verschweißt. Dann läßt man die Platten auf Raumtemperatur abkühlen. Hierauf wird die vierte Seite als eigentliche Prüfnaht geschweißt. Infolge der Einspannung muß die Prüfnaht unter starker Behinderung schrumpfen. Nach Erkalten werden quer zur Prüfnaht Streifen ausgeschnitten und auf Risse untersucht. Je nach der Stärke der Risse unterscheiden Swinden und Reeve sechs Stufen der Schweißempfindlichkeit.

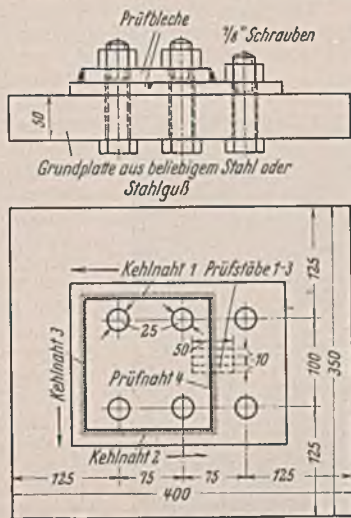


Abb. 16. Vorrichtung für Schweißempfindlichkeitsversuche nach T. Swinden und L. Reeve.

Nach englischen und amerikanischen Untersuchungen<sup>16)</sup> soll es mit den Einspannschweißproben möglich sein, sowohl die Schweißempfindlichkeit verschieden zusammengesetzter Baustähle als auch die Neigung zur Bildung von Schweißnahtissen bei der Verwendung verschiedenartiger Elektroden mit genügender Sicherheit zu beurteilen. Bei den Gemeinschaftsversuchen erwiesen sich sämtliche Baustähle St 52 auf der Grundlage Si-Mn, Cr-Cu und Si-Mn-Cu als ribunempfindlich ohne Berücksichtigung der Herstellungsart und Wärmebehandlung. Erst bei über 0,25% C, mit Sicherheit erst ab 0,28% C wurden Risse beobachtet. Bei 0,20% C konnte der Mangengehalt bei gleichzeitigem Si-Gehalt bis 0,8% auf 2% gesteigert werden, ohne daß Risse eintraten. Jedenfalls verdient die Einspannschweißprobe nach Swinden und Reeve als ein Prüfverfahren auf Schweißempfindlichkeit erhöhte Beachtung.

Die Verfahren 12 und 13 in Gruppe C der Abb. 2 gehen von der Voraussetzung aus, daß es möglich ist, Härte und Gefüge der Übergangszone und damit auch die technologischen Eigenschaften durch eine geregelte Härtung von hohen Temperaturen in Biege- und Kerbschlagproben nachzuahmen. Rein metallographisch betrachtet, gelingt es nach dem Vorschlage von Bruckner<sup>17)</sup> in Kerbschlagproben das gleiche Gefüge und auch die gleiche Härte wie in der Übergangszone einer Einlagennaht zu erzeugen. Je nach der Härte wird die Härte erhöht und die Kerbschlagzähigkeit herabgesetzt. Für die Bewertung der Schweißempfindlichkeit ist die Brucknerprobe jedoch nur mit großen Streuungen brauchbar. Auf die metallurgisch bedingte Korngröße oder das Sekundärgefüge sowie die Dicke des Werkstückes spricht die Härte-Kerbschlagprobe nach Bruckner nicht an.

Nach einem Vorschlage von K. Klöppel<sup>18)</sup> kann die Dickenempfindlichkeit der Bauteile durch Kerbbiegeversuche am vollen Walzquerschnitt erfaßt werden. Zwischen dem Aufschweißbiegeversuch und diesem vereinfachten Kerbbiegeversuch sollen gleichlaufende Beziehungen bestehen.

Der von Hauttmann<sup>19)</sup> vorgeschlagene Nutpreß-Biegeversuch erzeugt die Härtesteigerung und den Eigenspannungszustand in der Übergangszone nicht durch Schweißen, sondern durch Einpressen einer Längsnut mit zusätzlichem Querkorb. Vor der Prüfung wird die Probe künstlich gealtert. Nach den Erfahrungen von Hauttmann stimmen die Ergebnisse mit dem Aufschweißbiegeversuch überein. Die Durchführung ist einfach; die Proben können auf 50 mm Breite und entsprechende Länge verkleinert werden. Es ist vorgesehen, die Versuche auf größerer Grundlage vergleichend durchzuführen.

Als letztes Verfahren ist in Gruppe C der Gasschmelzschnitt (Autogenschnitt)-Biegeversuch<sup>20)</sup> aufgeführt. Die örtliche Beeinflussung durch die Schweiße wird hier durch einen Maschinenschmelzschnitt ersetzt. Allerdings liegt die örtlich beeinflusste Schicht nicht auf der Walzoberfläche, sondern im Querschnitt. Die Probe spricht daher auf die Werkstückdicke nicht an. Nach einigen vergleichenden Versuchen scheint das Ergebnis mit dem Aufschweißbiegeversuch übereinzustimmen. Da der Gasschmelzschnitt-Biegeversuch weit weniger Werkstoff verbraucht und leichter herstellbar ist als die Aufschweißbiegeprobe, sollte auch diese neue Probe in größerem Maßstab vergleichend geprüft werden.

Legt man sich nach diesem Überblick die Frage vor, welches Prüfverfahren sicher und einfach die Schweißempfindlichkeit in Übereinstimmung mit den praktischen Erfahrungen zu ermitteln gestattet, so muß festgestellt werden, daß bisher keines der Verfahren auf eine genügende Zeit praktischer Bewährung zurückblickt, so daß man bereits jetzt ein Urteil über seinen Wert abgeben könnte.

Nach den bisherigen Untersuchungen sind folgende Verfahren in die engere Wahl zu ziehen:

1. der Aufschweißbiegeversuch,
2. der Kerbbiegeversuch,
3. die  $\perp$ -Biegeprobe,
4. die Einspannschweißprobe nach Swinden und Reeve.

Unter diesen Verfahren dürfte die Einspannschweißprobe die Neigung eines Stahls zu Schrumpfrissen unter ungünstigen Schweißbedingungen am besten kennzeichnen. Die mit der Werkstückdicke anwachsende Trennempfindlichkeit tritt dagegen beim Aufschweißbiegeversuch am sichtbarsten in Erscheinung. Die Bewertung nach dem Aufschweißbiegeversuch deckt sich allerdings nicht mit dem Urteil der Einspannschweißprobe, da beim Aufschweißbiegeversuch auch Stähle versagen, die in der Einspannprobe als schweißunempfindlich gelten.

Ein Ersatz der Aufschweißbiegeprobe durch eine der bisher üblichen Kerbschlagproben oder durch die Alterungskerbschlagprobe erscheint zur Zeit nicht möglich. Vielleicht wird die Nutpreßbiegeprobe nach Vorliegen genügender Unterlagen diese Aufgabe erfüllen können. Darüber hinaus sollte der Einfluß der Werkstückdicke durch Kerbschlag- oder Biegeversuche der gesamten Walzdicke erfaßt werden.

Praktisch wird man daher bei der Prüfung eines Stahls auf seine Verwendbarkeit für geschweißte Bauwerke bis auf weiteres mehrere Prüfverfahren heranziehen müssen. Zunächst wird man die chemische Zusammensetzung, die Festigkeitseigenschaften, gegebenenfalls auch die Korngröße und Härte mit den schon vorliegenden Erfahrungen vergleichen. Die Schweißempfindlichkeit als Neigung zum Auftreten von Schrumpfrissen wird man am zweckmäßigsten durch die Einspannschweißprobe nach Swinden und Reeve nachprüfen. Ist die Verwendung des in Aussicht genommenen Stahls auch für dicke Schweißquerschnitte vorgesehen, wird man den Aufschweißbiegeversuch, gegebenenfalls eine größere Kerbbiege- oder Kerbschlagprobe als Zusatzprüfung heranziehen müssen.

#### Zusammenfassung.

Das Auftreten verformungsloser Brüche an geschweißten Brücken aus St 52 hat umfangreiche Untersuchungen über den Einfluß der Stahlherstellung, der Werkstoffdicke und der Schweißbedingungen ausgelöst. Indem man die bei der Erschmelzung von Kesselstählen geläufigen Maßnahmen — verbesserte Desoxydation und Wärmebehandlung — auch auf die Herstellung der Brückenbaustähle übertrug, gelang es verhältnismäßig schnell, die Neigung zum Trennbruch — jedenfalls bei einer verschärften Verformungsprüfung — weitgehend zu beseitigen.

Die Eignung für die Schmelzschweißung ist keine klar umrissene Werkstoffeigenschaft; sie wird vielmehr in überwiegendem Maße durch die Schweißbedingungen, die Werkstückdicke und -temperatur, besonders durch den Grad der Schrumpfungsbekämpfung, bestimmt. Bei der Aufklärung dieser bisher im Stahlbau unbekanntem Brucherscheinung und ihrer inneren Mechanik hat man alle in der Schweißbarkeitsprüfung bekannten Verfahren physikalischer und technologischer Natur herangezogen. Dabei wurde allerdings verschiedentlich vergessen, daß zwischen dem Prüfergebnis und den Erfahrungen der Praxis — z. B. dem Verhalten bei der Verarbeitung und der Bewahrung im Bauwerk — zumindest der Güte nach gleichlaufende Beziehungen bestehen müssen.

Nach einer Begriffsbestimmung der Schweißempfindlichkeit werden die wichtigsten Prüfverfahren auf Schweißbarkeit (Zusammenstellung der

<sup>13)</sup> Nach nicht veröffentlichten Mitteilungen.

<sup>14)</sup> St. u. E. 1941, S. 129 bis 136; Mitt. Forsch.-Anst. G.H.H., Bd. 9 (1941), Heft 1, S. 1 bis 15.

<sup>20)</sup> Hauttmann, Nach nicht veröffentlichten Mitteilungen.

<sup>13)</sup> Arch. Eisenh. W. 13 (1939/40), S. 519 bis 530, (Werkst.-Aussch. 502).

<sup>14)</sup> Wilkinson u. O'Neil, J. 4. Proc. Inst. mech. Engrs., London 141 (1939), No. 6, Journ., S. 497 bis 518.

<sup>15)</sup> Müller, Luftf.-Forsch. 1934, S. 93 bis 103, 1940, S. 79 bis 105; Zeyen, St. u. E. 1935, S. 901 bis 906; Werner, Wiss. Abh. Dtsch. Mat.-Prüf.-Anst. 1939, S. 75 bis 79.

<sup>16)</sup> Bierett u. Stein, St. u. E. 1938, S. 427 bis 431, (Werkst.-Aussch. 417); Kommerell, St. u. E. 1937, S. 421, 389 bis 398 u. 419 bis 422, (Werkst.-Aussch. 272), Stahlbau 1938, S. 49 bis 54; Houdremont, St. u. E. 1939, S. 1241 bis 1248 u. 1268 bis 1273; Schönrock u. Wiester, Techn. Mitt. Krupp, Forsch.-Ber. 2 (1939), S. 191 bis 205; Wasmuth, Stahlbau 1940, S. 77 bis 80; Kuntze, Wiss. Abh. Dtsch. Mat.-Prüf.-Anst. 1939, S. 11 bis 18.

<sup>17)</sup> Proc. Amer. Soc. Test. Mat. 38 (1938) II, S. 71/97; vgl. St. u. E. 1938, S. 1118.

Abb. 2) bewertet. Nachstehende Schlußfolgerungen ergeben sich als allgemeine Richtlinien für die Bewertung eines neuen Baustahls für geschweißte Tragwerke.

Da bisher für keines der bekannten Prüfverfahren der Nachweis seiner praktischen Gültigkeit erbracht ist, wird man zur Bewertung der Schweißbarkeit eines Stahls neben den geläufigen Kennwerten, wie der chemischen Zusammensetzung und den Festigkeitseigenschaften, zunächst mehrere Verfahren zur Prüfung auf Schweißempfindlichkeit heranziehen müssen. Die Rißneigung unter starker Schrumpfungshinderung wird am zweckmäßigsten durch die Einspannschweißprobe nach Swinden und Reeve, die Dickenempfindlichkeit in geschweißten Bauteilen durch den Aufschweißblegeversuch, gegebenenfalls durch eine die gesamte Dicke des Walzquerschnitts erfassende Kerbbliege- oder Kerbschlagblegeprobe bewertet. Eine Trennung der zusammengefaßten Elgenschaftsgrößen, die der Auf-

schweißblegeversuch mehr oder weniger klar kennzeichnet, in die wirkliche Schweißempfindlichkeit und die Verformbarkeit größerer Querschnitte ist notwendig.

Für die laufende Überwachung der heute im Stahlbau verwendeten Stähle St 37 und St 52 kann der vorstehend für die Eignungsprüfung eines neuen Stahls vorgeschlagene Weg wesentlich vereinfacht werden. Diese Stähle erweisen sich als schweißunempfindlich, zu bewerten ist lediglich ihre Dickenempfindlichkeit, d. h. die Verformbarkeit größerer Querschnitte unter mehrachsiger Beanspruchung, z. B. durch den Kerbbliege- oder Kerbschlagversuch.

Auf diesem Wege entsteht Hand in Hand mit den bereits vorliegenden praktischen Erfahrungen ein zuverlässiges Urteil über die Schweißeigenschaften eines neuen Stahls, das sowohl dem Hersteller wie dem Entwurfsverfasser und Bauherrn die notwendige Sicherheit gewährleistet.

Alle Rechte vorbehalten.

## Professor Dr.-Ing. Agatz 50 Jahre.

Professor Dr.-Ing. Arnold Agatz an der Technischen Hochschule Berlin vollendet am 23. August d. J. das 50. Lebensjahr. Er ist in Hannover geboren, besuchte dort das Gymnasium und dann die Technische Hochschule. Während er als Pionier diente, brach der Krieg aus, an dem er auf verschiedenen Kriegsschauplätzen, zuletzt als Offizier, teilnahm. Im November 1918 legte er in Hannover die Diplomprüfung mit Auszeichnung ab und wirkte anschließend einige Monate als Assistent bei Otto Franzius. Verwandtschaftliche Beziehungen und berufliche Betätigung brachten ihn frühzeitig an die Unterweser; für seinen späteren Lebensgang ist das entscheidend geworden. Während einer vorübergehenden Tätigkeit bei der Bremerhavener Stadtverwaltung entstand eine Arbeit über die Hochseefischerel, die er auf Fangreisen bis unter Island praktisch kennengelernt hatte; mit ihr erwarb er im Jahre 1919 in Hannover den Doktorgrad. Dann war er im Dienst der Siemens-Bauunion als Bauleiter und Oberingenieur mit Wasserkraftanlagen und mit Bauten für die Berliner Nordsüdbahn befaßt und schließlich als Bauleiter der Geestemünder Seeschleuse tätig. Ende 1922 trat er zur bremischen Hafenverwaltung über und wirkte zunächst als Baurat in Bremen-Stadt und von 1927 an in Bremerhaven; Ende 1930 wurde er Hafendirektor in Bremerhaven. In seine Bremer Zeit fallen der Entwurf und die Ausführung einer 1000 m langen Kaje am Überseehafen, die Planung und Ausführung der Verstärkung der Columbus-Kaje und schließlich, als Krönung seines Wirkens an der Weser, die Planung und der glückhafte Bau eines der größten deutschen Wasserbauten nach dem Weltkrieg, der Bremerhavener Nordschleuse<sup>1)</sup>.

Im Oktober 1931 folgte Agatz einem Ruf an die Berliner Hochschule, wo er seither als Nachfolger des gleichfalls aus dem bremischen Hafenbau hervorgegangenen Geheimen Baurats de Thierry den Lehrstuhl für Grundbau, Wasser- und Hafenbau innehat. Eine Vorschule für die Lehrtätigkeit bildete eine dreijährige Tätigkeit als Privatdozent an der Hochschule Hannover, die er neben seinen großen Bremerhavener Aufgaben, zum Teil in Vertretung des damals nach China berufenen Professors Franzius, ausübte. Wenn noch erwähnt wird seine Ernennung (1937) zum Ordentlichen Mitglied der Preussischen Akademie des Bauwesens und seine Berufung (1935) zum Führer der Hafenbautechnischen Gesellschaft, so ist damit sein Lebensgang in großen Zügen umrissen.

In diesem Rahmen spielt sich ein Wirken von seltener Vielseitigkeit und Fruchtbarkeit ab: als angesehenen Hochschullehrer, als entwerfender und ausführender Ingenieur und als fruchtbarer Schriftsteller über technische



Aufn.: E. Bieber, Berlin.

und technisch-wirtschaftliche Zeitfragen. Der Zug ins Weite und Große, der sich bei ihm schon in jungen Jahren erkennen ließ, da er die Hochseefischerel an ihrer Arbeitsstätte studierte, ist auch für den gereiften Mann kennzeichnend, ebenso der Bienenfleiß und die erstaunliche Arbeitskraft.

Der Bremerhavener Schleusenbau hat seinen Ruf als eines der ersten deutschen Wasserbauingenieure unserer Zeit begründet; verständlich daher, daß sich die Kriegsmarine beim Aufbau der Seerüstung seine reichen

Erfahrungen zunutze machte, ihn als Berater bei ihren großen Hafenbauten heranzog und ihn während des Krieges mit weiteren großen Aufgaben auch außerhalb des Reiches betraute. Aus Anlaß eines internationalen Wettbewerbs für den Hafen von Bangkok, an dem sich auch Agatz mit Erfolg beteiligte, trat er 1938 zu der Regierung von Thailand (Siam) in ein engeres Verhältnis; sie bestimmte ihn zu ihrem Vertrauensmann für ihre großen Verkehrspläne (neuer Seehafen Bangkok, Menam-Regelung und weitere Hafen- und Kanalbauten in Thailand). Unter anderem läßt auch die Stadt der Reichsparteitage von ihm die Entwürfe für den Ausbau der Nürnberger Binnenhäfen bearbeiten. So steht er auch als Hochschullehrer mit den Bauaufgaben der Zeit in engster Fühlung, unterstützt durch ein großes, von ihm begründetes und geleitetes Ingenieurbüro.

Auf zahlreichen Reisen durch ganz Europa — von Spitzbergen bis Italien und Griechenland — durch große Teile von Asien — Thailand, Japan, Mandschukuo, Sibirien — sowie nach den Vereinigten Staaten und Kanada hat Agatz seinen Gesichtskreis erweitert, seine Erfahrungen vertieft; an internationalen Tagungen hat er mehrfach bestes deutsches Ingenieurum vertreten und wertvolle Beziehungen angeknüpft.

Viel fremde Länder hat Agatz gesehen und vieler Menschen Art erkannt und ist im Grunde seines Herzens einfach und natürlich geblieben. Jugendlich fröhlich trotz des weißen Haares, auch in seinem Kampf gegen Erde und Wasser<sup>2)</sup>, den er seit 2 Jahrzehnten

erfolgreich und erfolgsgewiß führt, gestützt auf ein vortreffliches eigenes Rüstzeug und auf die Kunst, einen großen Mitarbeiterkreis in sein größeres Ziel einzuordnen; in die Erkenntnis des Werts freudiger und kameradschaftlicher Gemeinschaftsarbeit: so kennen und schätzen ihn seine vielen Freunde und seine Mitarbeiter aller Grade; darum hängen an ihm seine Studenten, denen er — bei mancher Studienfahrt durfte man es mit stiller Freude feststellen — niemals ein trockener Professor gewesen ist.

Professor Agatz steht heute auf der Höhe seines Schaffens; ein gültiges Geschick erhalte ihn uns lange und bewahre ihn für die großen Zukunftsaufgaben, vor denen unser Volk steht!

Hacker.

<sup>2)</sup> Agatz, Der Kampf des Ingenieurs gegen Erde und Wasser im Grundbau. Berlin 1936, J. Springer.

## Vermischtes.

**Einheitliche Führung der Wasser- und Energiewirtschaft unter Dr.-Ing. Todt.** Der Führer hat Reichsminister Dr.-Ing. Todt zum Generalinspektor für Wasser und Energie ernannt. Dem neuen Generalinspektor sind die Aufgaben der Wasser- und Energiewirtschaft übertragen, für die bisher vier Ministerien zuständig waren. Da Dr.-Ing. Todt seine bisherigen Aufgabengebiete beibehält, sind durch die Neuordnung Straßenbau, Wasserbau, Energieausbau und die Regelung der Bauwirtschaft in einem Ministerium vereinigt, wodurch erhöhte Leistung, einheitliche Führung des Personals und eine Vereinfachung der Verwaltung erreicht werden wird.

**Arbeitstagung der Fachgruppe Bauwesen zur Reichsmesse Leipzig Herbst 1941.** Anlaßlich der Reichsmesse Leipzig vom 31. August bis 4. September 1941 veranstaltet die Fachgruppe Bauwesen im NSBDT. am 2. und 3. September gemeinsam mit dem Reichsmesseamt in Leipzig eine

Arbeitstagung im Kristallpalast zu Leipzig. Die Vorträge der Tagung behandeln hauptsächlich die Reinhaltung der Gewässer, die Abwasserbehandlung und die Beeinflussung der Vorfluter. Es werden u. a. sprechen: Professor Dr. Weldert, Berlin, Dr.-Ing. Imhoff, Essen, Professor Dr. Stooff, Berlin, und Professor Dr. Nachtigall, Hamburg. Im Zusammenhang hiermit wird von der Untergruppe Abwasser im Arbeitskreis Wasserwirtschaft der Fachgruppe Bauwesen im NSBDT. eine „Sonderschau Abwassertechnik“ im Ring-Messehaus zu Leipzig durchgeführt. Weitere Sonderschauen über Fragen des Bauwesens schließen sich an, nämlich eine Schau „Handwerk und Industrie im sozialen Wohnungsbau“, eine Gruppe „Bau- und Betriebsbedarf“ mit zahlreichen auf Baustellen sowie in Handwerks- und Industriebetrieben benötigten Bau- und Werkstoffen aller Art, Geräten und Maschinen und schließlich eine „Leistungsschau des Sächsischen Handwerks“.

Neue Deutsche Einheitsblätter. Der Deutsche Normenausschuß hat die folgenden Deutschen Einheitsblätter neu herausgegeben<sup>1)</sup>. Einheitsblätter entstehen im Kurzverfahren; sie werden aufgestellt, wenn besondere volkswirtschaftliche Notwendigkeiten schnelle Entscheidungen erfordern. Später können sie in Normblätter umgewandelt werden. DIN E 8670 Fahrbare Turmdrehkrane für die Bauwirtschaft (Träger: Fachgruppe Hebezeuge, Fördermittel und Aufzüge, Wirtschaftsgruppe Bauindustrie). DIN E 8680 Motor- und Dampfstraßenwalzen, Bauarten und Hauptabmessungen (Träger: Fachgruppe Aufbereitungs- und Baumaschinen der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau, Wirtschaftsgruppe Bauindustrie).

Der Arbeitsring „Zement“ in der Fachgruppe Bauwesen des NS.-Bundes Deutscher Technik. Auf dem Gebiet der Forschung ist in der Zementindustrie der Arbeitsring „Zement“ als Teil der Fachgruppe Bauwesen gegründet worden. Die drei in langen Jahren bewährten Forschungsanstalten des Vereins deutscher Portlandzementfabrikanten unter Leitung von Dr. Haegermann, des Vereins deutscher Eisenportlandzementwerke unter Leitung von Dr. Kell und der Hüttenzementindustrie unter Leitung von Professor Dr. Grün werden ihre Forschungsarbeiten nach gemeinsamem Plan fortsetzen. Ebenso werden die Versuchsanstalten der Universitäten, Technischen Hochschulen und sonstigen staatlichen Einrichtungen, die bisher auf dem Gebiet der Zementforschung tätig waren, ihre Arbeiten weiterführen, und endlich werden die namhaftesten Wissenschaftler und Techniker herangezogen, um gleichfalls zur Erreichung des wichtigen Ziels, der Verbesserung des Zements, der Herabsetzung des Kohleverbrauchs und der Erforschung der Zement- und Betonherstellung, beizutragen. Alle Arbeiten werden nach einem bestimmten, bereits festgelegten Plan verteilt und durchgeführt, so daß die Forschung nach einer großen Linie betrieben, die wichtigsten Fragen zunächst in Angriff genommen und unnötige Doppelarbeit vermieden wird.

Die Leitung des Arbeitsringes haben Dr. C. Prüssing, Hemmoor, als ehrenamtliches und Professor Dr. R. Grün, Düsseldorf, als geschäftsführendes Vorstandsmitglied. Der Leitung zur Seite steht ein Beirat aus den Herren Professor Dr. R. Dittich als Vertreter des Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, Direktor A. Müller als Vertreter der Fachgruppe Zementindustrie, Professor O. Graf als Leiter der bautechnischen Auskunfts- und Beratungsstelle der Fachgruppe Bauwesen im NSBDT. Die Einzelfragen der Herstellung und Verwendung des Zements werden in fünf Ausschüssen behandelt, und zwar: I. Chemie, Obmann: Dr. Haegermann, Berlin-Karlshorst; II. Maschinenteknik, Obmann: Dr. Dipl.-Ing. Anselm, Wien; III. Zementverarbeitung, Obmann: Regierungsbaumeister Schneevogel, Berlin; IV. Hydraulische Zusätze, Obmann: Dr. Kell, Düsseldorf; V. Normenfragen, Obmann: Dr. Haegermann, Berlin-Karlshorst. Zur Unterstützung der Arbeit der Obleute sind in die Ausschüsse namhafte Vertreter aus Wissenschaft und Industrie berufen.

Aus dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn 1940<sup>2)</sup>. Die Bautätigkeit der Deutschen Reichsbahn im Geschäftsjahr 1940 war im wesentlichen durch kriegswichtige und betriebsnotwendige Aufgaben bestimmt. Im Vordergrund stand der Ausbau der für den wachsenden Verkehr vielfach unzureichenden Strecken und Anlagen in den neuen Ostgebieten. In Oberschlesien waren wegen der Rückkehr Ostoberschlesiens viele umfangreiche Bauten beschleunigt fertigzustellen, um einen reibungslosen Betrieb führen zu können. Die aus der Verlagerung der Verkehrsströme, aus der Neuerrichtung von Industrien sowie aus der Leistungssteigerung von Verkehr und Betrieb entspringende Notwendigkeit, die Leistungsfähigkeit von Strecken, Bahnhöfen und anderen Bahnanlagen durch Um- und Neubauten zu erhöhen, hielt unvermindert an. Neue Aufgaben entstanden durch die Errichtung wehrwichtiger und wehrwirtschaftlicher Unternehmen. Auch die durch die städtische Neugestaltung in Berlin, München und Linz bedingten Bauten wurden gefördert.

Die Arbeiten zur Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues wurden planmäßig durchgeführt. Der Oberbau ist in einem für die derzeitigen Geschwindigkeiten ausreichenden betriebsicheren Zustande. Der Verbrauch an Stahl und Holz hat sich im Sinne des Vierjahresplans durch bauliche Maßnahmen erheblich einschränken lassen. Besonders erzielte die Aufarbeitung ausgebauter Holzschwellen in den neu eingerichteten Schwellenaufarbeitungsstellen gute Erfolge. Für betrieblich weniger stark beanspruchte Nebengleise wurden Versuche zur Schaffung einer geeigneten Betonschwelle gemacht; auch Bestrebungen, Holzschwellen schwächerer Bauart von derselben Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit zu entwickeln wie die üblichen stärkeren Schwellen, fanden im Berichtsjahr praktische Verwirklichung.

Die Kriegsschäden an baulichen Anlagen in den eingegliederten Ostgebieten wurden nahezu vollständig beseitigt; in den westlichen Gebieten sind die Aufbauarbeiten im Gange und werden planmäßig weitergeführt. Besonders gilt dies auch für die — wenn vielfach auch nur behelfsmäßige — Wiederinstandsetzung zerstörter Brücken auf den von der Reichsbahn betriebenen Strecken besetzter oder eingegliedert Gebiete. Diese Brücken, obwohl zu ihrer Wiederherstellung knappe Rohstoffe die sparsamste Verwendung fanden, bieten unbedingte Sicherheit auch beim Befahren mit größeren Geschwindigkeiten. Unter den endgültig wiederhergestellten Stahlbrücken sind allein sechs große Strombrücken mit Stützweiten bis zu 135 m.

Obwohl zur Sicherung der schienenartigen Wegübergänge Baustoffe und Arbeitskräfte nur beschränkt zur Verfügung standen, wurden zahlreiche Übergänge mit Schranken oder Warnlichtanlagen versehen, durch

Bau von Längswegen aufgehoben oder durch Über- oder Unterführungen ersetzt. Die Sicht an Wegübergängen wurde verbessert, die Sichtbarkeit der Schranken erhöht. In den neuen Gebieten wurde mit der Aufstellung fehlender Warnkreuze und Wegebaken und mit der Anpassung der Signalanlagen an die des Altreiches begonnen. Die Ausrüstung von Strecken mit elektrischer Streckenblockung machte gute Fortschritte. Durch Errichtung neuer Blockstellen wurde die Verdichtung der Zugfolge ermöglicht und damit die Leistung der Strecken gesteigert. Durch Einbau von Zugbeeinflussungseinrichtungen und Einrichtungen zur Überwachung der Schrankenschließung wurde die Sicherheit des Betriebes gefördert.

In der Stoffwirtschaft hatten die Bemühungen, den Verbrauch devisenzehrender Stoffe noch weiter einzuschränken und möglichst deutsche Stoffe zu verwenden, weitere Erfolge. Nutzstoffe wurden in großem Umfange aufgearbeitet. An Schrott und Altzeisen wurden der Wirtschaft 80 000 t mehr als 1939 zugeführt. Soweit eine Entlastung der deutschen Wirtschaft zweckmäßig erschien, wurden größere Aufträge in die besetzten westlichen Gebiete vergeben.

Der internationale Verkehr wurde trotz des Krieges weiter gepflegt. Seit Oktober 1940 stehen im Verkehr mit Rußland zwei durchgehende Verbindungen mit Moskau zur Verfügung. Die Verhandlungen über Herstellung eines Kurswagenlaufs Berlin—Paris—Hendaye zum Anschluß an den Südexpreß nach Madrid—Lissabon wurden beendet; die Verbindung für den Sommerfahrplan 1941 wurde vorgesehen.

Die Reichsbahn stellte 1940 etwa 3700 neue Wohnungen fertig, zahlreiche andere sind noch im Bau, besonders in der Ostmark und im Sudetenlande.

Die bisher vorgesehenen drei Oberbetriebsleitungen, deren Aufgabe es war, die über die einzelnen Reichsbahndirektionsbezirke hinausgehende Betriebsleitung und Verkehrslenkung zu beeinflussen, wurden zu Generalbetriebsleitungen erhoben, deren Befugnisse einen noch größeren Einfluß auf Betrieb und Verkehr gewährleisten. Sie sind ausdrücklich als Verwaltungsstellen des Reichsverkehrsministers bezeichnet und haben für die Durchführung des Betriebes und Abwicklung des Verkehrs die Befugnis zum Erlaß von Anordnungen gegenüber allen Eisenbahndirektionen ihrer Bezirke. An der Spitze jeder Generalbetriebsleitung steht ein Präsident, dem der Oberbetriebsleiter und Oberverkehrsleiter als Abteilungsleiter zur Seite stehen.

Das Vermögen des belgischen Staates an den Eisenbahnen im Gebiete von Eupen, Malmedy und Moresnet war gemäß Führererlaß vom 27. Mai 1940 in das Eigentum des Reiches übergegangen und damit ohne weiteres Bestandteil des Sondervermögens der Deutschen Reichsbahn geworden. Die Verwaltung der Eisenbahnen in dem genannten Gebiete ist der Reichsbahndirektion Köln übertragen worden.

Die Eisenbahnen im Elsaß und in Lothringen wurden nach Abschluß der Kampfhandlungen sogleich mit Kräften der angrenzenden deutschen Eisenbahndirektionen in Betrieb genommen. Die lothringischen Strecken wurden fast durchweg der Reichsbahndirektion Saarbrücken, die elsässischen Strecken der Reichsbahndirektion Karlsruhe unterstellt, die Verwaltung wurde nach deutschen Grundsätzen umgestaltet. In Belgien und in den besetzten Teilen Frankreichs wurde die Wiedereinrichtung und Beaufichtigung des Eisenbahnbetriebs durch die Wehrmacht durchgeführt. Hierzu wurden die Wehrmachts-Verkehrsdirektionen Brüssel und Paris mit mehreren Eisenbahn-Bezirksdirektionen und Eisenbahnämtern eingerichtet.

In den Niederlanden ist keine Änderung in der Betriebsführung der Eisenbahnen eingetreten. Ein Reichsbahnbeamter als Sachbearbeiter für Eisenbahnfragen, der die Belange des Reiches wahrzunehmen hat, wurde dem Reichskommissar für die besetzten niederländischen Gebiete beigegeben. In Luxemburg wurden Betrieb und Verwaltung der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn vom 1. September 1940 ganz und bei der Prinz-Heinrich-Eisenbahn vom 1. Dezember 1940 ab nach und nach der Deutschen Reichsbahn übertragen und die Bahnen der Reichsbahndirektion Saarbrücken unterstellt. Im Sudetenlande und Olsagebiet wurden eine Anzahl von Privatbahnen verstaatlicht, nachdem sie bereits in den Betrieb der Deutschen Reichsbahn übergegangen waren. Laskus.

Selbsttätige Lichtbogen-Schweißung. Nicht nur in Werkbetrieben, sondern auch auf Baustellen wird das selbsttätige Lichtbogenschweißen in ständig größerem Umfange verwendet, weil es eine verhältnismäßig einfache Art des Verbindens von Stahlteilen ist und ausgebildete Schweißer vielfach nicht zur Verfügung stehen. Das selbsttätige Schweißen ist angebracht, wenn ein Schweißvorgang als gleichförmig anfallende Arbeit immer wiederkehrt. Dieser Fall liegt z. B. beim Schweißen von vollwandigen Trägern mit langen Schweißnähten oder bei anderen Stahlbauteilen vor, die in größerer Anzahl auf Baustellen gebraucht werden. Beim selbsttätigen Schweißen werden an die Geschicklichkeit der Bedienung nicht die Anforderungen gestellt, die das Handschweißen erfordert, so daß man auch mit angeleiterten Arbeitern auskommen kann.

Bei einer selbsttätigen Schweißeinrichtung wird nicht nur der Lichtbogen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über die zu schweißenden Stellen geführt, sondern auch die Länge des Lichtbogens wird unter einem dem Abschmelzen der Elektroden entsprechenden Nachschub gleichmäßig je nach der Einstellung eingehalten. Der Vorschub der Elektroden kann mit verschiedenen Mitteln vorgenommen werden. An den selbsttätigen Schweißeinrichtungen der Siemens-Schuckertwerke AG geschieht der Vorschub der Elektroden durch zwei Gleichstrom-Nebenschlußmotoren, die auf ein mechanisches Ausgleichgetriebe wirken<sup>1)</sup>.

Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft verwendet einen mit ständig gleicher Drehrichtung umlaufenden Motor, der auch an ein mechanisches Ausgleichgetriebe angeschlossen ist.

<sup>1)</sup> Beuth-Vertrieb, Berlin SW 68.

<sup>2)</sup> Aus dem Geschäftsbericht 1939 s. Bautechn. 1940, Heft 31, S. 364.

<sup>1)</sup> Bautechn. 1940, Heft 18, S. 207.

In dem Getriebe werden Ausgleichräder wechselweise durch Steuermagnete festgehalten, die durch einen Verstärker ausgelöst werden. In beiden Fällen geschieht die Steuerung in Abhängigkeit von der Lichtbogenspannung.

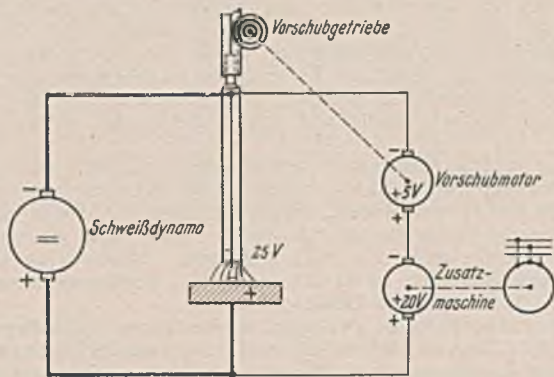


Abb. 1. Schaltung einer selbsttätigen Schweißeinrichtung. Der Vorschub geschieht durch einen fremderregten Motor.

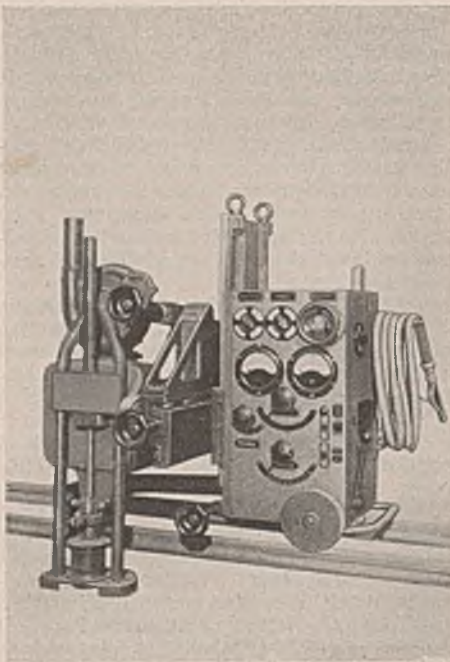


Abb. 2. Selbsttätiges Schweißgerät mit Kohleelektrodenschweißkopf.

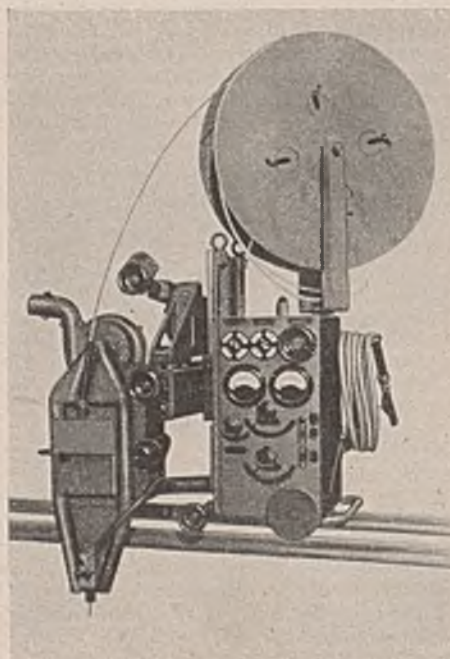


Abb. 3. Selbsttätige Schweißeinrichtung mit Drahtelektrodenschweißkopf.

Ohne ein mechanisches Ausgleichgetriebe wird die Lichtbogenlänge gleichbleibend an der selbsttätigen Schweißeinrichtung der Kjellberg Elektroden & Maschinen G. m. b. H. eingehalten. Hier wird der gleichbleibende Elektrodenabstand mit elektrischen Mitteln durch einen fremderregten Vorschubmotor erreicht, der auf ein einfaches Vorschubgetriebe wirkt. In der Schaltung (Abb. 1) ist der Anker des fremderregten Vorschubmotors über eine gleichbleibende, einstellbare Spannung einer Zusatzmaschine an die Lichtbogenspannung gelegt, so daß bei zu langem Lichtbogen mit zu hoher Spannung der Vorschubmotor rascher läuft, als die Abschmelzgeschwindigkeit der Elektrode beträgt. Umgekehrt dreht sich der Vorschubmotor langsamer, als die Elektrode abschmilzt.

Bei Beginn des Schweißens besteht zunächst Kurzschluß, weil die Elektrode das Werkstück berührt. Die Spannung des Lichtbogens ist gleich Null. Die gleichbleibende Spannung der Zusatzmaschine von gewöhnlich 20 Volt ruft einen Rückstrom über die Elektrode auf den Vorschubmotor hervor, wodurch die gewöhnliche Drehrichtung des Motors umgekehrt wird, so daß die Elektrode zurückgezogen wird und ein Lichtbogen entsteht. Die Lichtbogenspannung ist um 5 Volt größer als die gleichbleibende Spannung von 20 Volt. Diesen Unterschied der Spannungen von 5 Volt braucht der Vorschubmotor, um die Elektrode entsprechend dem Abbrand vorzuschieben. Soll die Lichtbogenspannung 35 Volt betragen, so liegt die gleichbleibende Spannung der

Zusatzmaschine um 10 Volt höher. Sie ist also auf 30 Volt Spannung einzustellen. Bei einer Lichtbogenspannung von 15 Volt dagegen stellt man die gleichbleibende Spannung der Zusatzmaschine auf 10 Volt ein. Die Summe aus der gleichbleibenden Spannung und aus der Spannung des Vorschubmotors ist immer gleich der Lichtbogenspannung, wobei Spannungsverluste in den Leitungen nicht berücksichtigt sind.

Will man durch Vergrößern der Schweißstromstärke die Abschmelzgeschwindigkeit erhöhen, so genügt eine Vermehrung der Spannung um 1 Volt, um die Vorschubgeschwindigkeit um 20% zu steigern. Da sich beim Verändern der Schweißstromstärke die Spannung nur wenig ändert, bleibt die Lichtbogenlänge praktisch unverändert. Genau gleich bleibt sie nicht. Die Lichtbogenlänge wird ein klein wenig größer. Die geringe Vergrößerung ist aber nur vorteilhaft, weil auch die Stromstärke größer ist.

Die selbsttätige Schweißeinrichtung setzt sich aus dem Schweißkopf und aus einem Schweißwagen zusammen (Abb. 2). Der Schweißkopf, der allseitig verstellbar ist, kann je nach der Art der zur Verwendung kommenden Elektroden ausgewechselt werden. Bei Blankdrahtelektroden (Abb. 3) wird der Draht ununterbrochen zugeführt. Bei Kohlelektroden sorgt der Schweißkopf dafür (Abb. 2), daß nach dem Abbrechen der einen Elektrode die andere Elektrode in dem Augenblick an den Lichtbogen herangeführt wird, in dem die erste Elektrode zurückläuft. Der Lichtbogen springt dann ohne weiteres auf die zweite Elektrode über. Alle Schaltungen geschehen dabei zwangsläufig durch den Vorschubmotor und das Getriebe. Außer blanken Drähten und Kohlelektroden können mit der selbsttätigen Schweißeinrichtung auch Mantelelektroden verarbeitet werden. Beim Schweißen mit Mantelelektroden vollzieht sich der Elektrodenwechsel genau so wie bei Kohlelektroden.

Im Schweißwagen sind alle Schalt- und Regeleinrichtungen, der Ein- und Ausschalter für den Vorschub der Elektroden, der Regler zum Einstellen der Lichtbogenspannung, die Schalter für den Fahrmotor und der Regler für die Fahrgeschwindigkeit, untergebracht. Die Fahrgeschwindigkeit läßt sich im Verhältnis 1:12 von 6 bis 70 cm/min stufenlos einstellen. Im Schweißwagen befindet sich ferner die Schaltung für eine Pendelbewegung des Schweißkopfes, die sich stufenlos zwischen 10 und 100 Schwingungen/min regeln läßt. Eine Pendelbewegung des Schweißkopfes ist bei breiten Nähten angebracht. Das Pendeln geschieht quer zur Naht durch den motorischen Antrieb in zeitlich wiederkehrenden Abständen.

Wie zu allen Schweißeinrichtungen gehört zum Betriebe des selbsttätigen Gerätes auch ein an einer anderen Stelle aufgestellter Schweißumformer mit den entsprechenden Steuereinrichtungen.

Das selbsttätige Schweißgerät ist vielseitig verwendbar und bringt beim reihenweisen Schweißen von Stahlteilen gegenüber dem Handschweißen viele Vorteile. Vor allem kann man eine selbsttätige Schweißeinrichtung bei bestimmten Arbeiten besser ausnutzen als ein Handschweißgerät mit der geringen Einschaltdauer. Beim selbsttätigen Schweißgerät liegt die Einschaltdauer unter Umständen bei 80 bis 100%, während sie bei einer Handschweißeinrichtung mit Rücksicht auf die Ermüdung des Schweißers nur etwa 50% beträgt. Riedig.

## Bücherschau.

Gattnar, A.: Bemessungstabellen für Holzbauten. VI, 29 S. mit 5 Textabbildungen und 16 Zahlen- und Bildtafeln. Zweite neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin 1941, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Preis steif geh. 4,40 RM.

Die Tatsache, daß die erste Auflage der Bemessungstabellen von Gattnar binnen Jahresfrist vergriffen gewesen ist, beweist treffend, welchen Beifall sie in der Fachwelt gefunden haben. Die nunmehr vorliegende zweite Auflage ist grundlegend umgearbeitet, den neuen Holzbauvorschriften im Normblatt DIN 1052, 3. Ausgabe, angepaßt, in Einzelheiten berichtigt und durch einige neue Tabellen erweitert worden. Dadurch sind die wiederum vorzüglich ausgestatteten Bemessungstabellen für den großen Kreis ihrer Benutzer noch wertvoller als bisher geworden, so daß sie uneingeschränkt empfohlen werden können.

Fonrobert VDI.

Uden, O., Oberregierungs- und Oberbaurat a. D., o. Prof.: Fortschritte in der Hydrometrie. Bd. II, 60 S., 36 Abb. Kulturtechn. Abhandlungen, Schriftenreihe der Deutschen Kulturtechnischen Gesellschaft e. V. Arbeitskreis Wasserwirtschaft der Fachgruppe Bauwesen e. V. im NSBDT. Walter Krieg, Berlin. Preis geh. 4 RM.

Das Schrifttum über die Kunst der Wassermengenmessung in fließenden Gewässern und Rohrleitungen ist ziemlich zerstreut. Begrüßenswert ist deshalb eine Schrift, die über die Fortschritte auf dem Gebiete der Verfahren und der Geräte in bequemer Weise unterrichtet und Auszüge aus den Aufsätzen in- und ausländischer Zeitschriften und aus Werbeschriften bringt, außerdem ein sehr reichhaltiges Verzeichnis des Schrifttums selbst, bei dem allerdings die Flügelmessungen wenig berücksichtigt sind. Besonders ausführlich sind das Salzverdünnungs- und Farbverdünnungsverfahren, die Venturirühr- und Venturikanalmeßer behandelt, die in manchen Fällen gute Dienste zu leisten vermögen. Die in anderen Fällen recht brauchbaren Meßwehre sind dagegen ganz übergangen, obwohl doch auch bei ihnen Fortschritte zu verzeichnen wären. Wertvoll sind die Angaben über die Genauigkeitsgrenzen der Meßverfahren. Was in der Wasserwirtschaft am meisten fehlt, sind Messungen bei Hochwasser. Vielleicht regt die lesenswerte Schrift zu einem Fortschritt auf diesem Gebiete an. R. Seifert.

Löfken, Alexander, Dr.-Ing., Ministerialrat: Baulicher Luftschutz zur Sicherung von Stadt und Land, Wirtschaft und Industrie gegen Luftangriffe. Dritte neubearbeitete Auflage. Baulicher Luftschutz, Heft 2. VII u. 72 S. Berlin 1940, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Preis geh. 1,80 RM.

Die großartige Entwicklung der Luftwaffe hat die Verhältnisse in einem Kriege völlig gegen früher verändert. Das ganze Land weit hinter der Front wird durch die Luftangriffe mit in die Kriegshandlungen unmittelbar einbezogen. Dadurch ergeben sich ganz neue Anforderungen an den Luftschutz auf allen Gebieten in der Heimat. Unter diesen nimmt der bauliche Luftschutz eine wichtige Stellung ein. Neben den Baubehörden und den Bauunternehmungen müssen sich auch der Betriebsführer und die Gefolgschaft, der Hausbesitzer und jeder Laie über die baulichen Maßnahmen zur Erzielung eines hinreichenden Luftschutzes klar sein.

Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß jetzt die dritte Auflage von Löfkens bekannter Abhandlung über den baulichen Luftschutz vorliegt. Das Buch ist in sieben Hauptabschnitte gegliedert:

- A. Einleitung.
- B. Luftschutz bei der Ordnung des reichsdeutschen Raumes.
- C. Luftschutz bei der Vorbereitung und Durchführung von Siedlungsmaßnahmen.
- D. Luftschutz bei der Einrichtung und den Ausbau von Erzeugungsstätten und Versorgungsanlagen.
- E. Luftschutz bei der Planung und bautechnischen Durchbildung jeder einzelnen Anlage.
- F. Luftschutz bei den Maßnahmen zum Schutz der Menschen.
- G. Schlußwort.

Das Buch ist kurz gefaßt und leicht und verständlich geschrieben. Sein Studium sei allen Deutschen warm empfohlen. Es wird viel dazu beitragen, die Wehrkraft des Volkes in der Heimat zu stärken.

Schaper.

Werkstoffprüfung im Bergbau. Wissenschaftliche Abhandlungen der deutschen Materialprüfungsanstalten. 1. Folge, Heft 3. Herausgegeben vom Präsidenten des Staatl. Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem. VII, 80 S. mit 176 Abb. u. 1 Tafel. Berlin 1939, Jul. Springer. Preis geh. 16,80 RM.

In dem vorliegenden Heft hat Erich Seidl, der vor Jahresfrist verstorbene Präsident des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem, einen Überblick über die Tätigkeit seines Amtes für den Bergbau gegeben. In einer Reihe von Aufsätzen seiner Mitarbeiter und von Angehörigen anderer deutscher Materialprüfungsämter werden Fragen der Werkstoffprüfung und der Werkstoffforschung im Bergbau behandelt, außerdem werden die Fragen des Gebirgsdruckes und der Abbauwirkungen erörtert. Das Heft wird hier besprochen, weil ein großer Teil der Aufsätze über das engere Gebiet des Bergbaues hinausgreifend auch für den Bauingenieur Wertvolles bringt. Erwähnt seien die Aufsätze über Schutz gegen Holzzerstörung (Bruno Schulze), über Mauerwerk (Herrmann) und Beton (Hummel) im Gruben- und Streckenbau, über Frischbeton in Gefrier-schächten (Grün), über die Prüfung von Seilen (Heilmann, Meebold) und drei Abhandlungen über die durch den Bergbau verursachten Druckwirkungen im Gebirge (Seidl, Stocke, Bußmann). Schon die Namen der Verfasser, die fast alle dem Bauingenieur geläufig sind, zeigen an, daß ihre Aufsätze auch für das allgemeine Bauwesen Bedeutung haben. Die drei letztgenannten Aufsätze behandeln Fragen, die für Gründungsarbeiten in Bergbaueinkunftsgebieten wichtig sind. Lohmeyer.

Wiedemann, K., Dr.-Ing.: Neuere Anwendung der Unterfangungsbauweise im Tunnel- und Stollenbau. Mitteilungen aus dem Gebiete des Wasserbaues und der Baugrundforschung. Heft 12, VI, 32 S. mit 17 Textabb. Berlin 1940, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Preis geh. 2 RM.

Der Verfasser gliedert den Stoff in drei Hauptabschnitte und bespricht im ersten Abschnitt die Ausführung der Unterfangungsbauweise nach älterer und neuerer Betriebsweise, stellt im zweiten Abschnitt ihre Vor- und Nachteile einander gegenüber, erörtert die Behebung der letzteren durch die neuere Betriebsweise und behandelt im dritten Abschnitt das Anwendungsgebiet der Unterfangungsbauweise.

Unter neuerer Betriebsweise versteht er den scheibenförmigen Abbau der ganzen Kalotte und ihren zeitweiligen Einbau mit Kunzschers Tunnelrüstung. Er schlägt dafür die Bezeichnung „Ringbauweise“ vor. Dieser Vorschlag erscheint nicht besonders glücklich, weil unter Ring gemeinhin ein in sich geschlossenes Gebilde verstanden wird, während hier der offene halbkreis- oder hufeisenförmige Lehrbogen gemeint ist. Weiter wird Ring vielfach im Tunnelbau als Ausdruck für eine Ausbruch- oder Mauerwerkzone gebraucht. Der Ansicht des Verfassers, daß eine Verwechslung mit solchen Ringen nicht zu befürchten sei, weil im neuzeitlichen Tunnelbau „Ringe“ infolge des geänderten Arbeitsganges kaum mehr vorkommen dürften, widersprechen zahlreiche neue Ausführungen. Auch bei der neuen Unterfangungsbauweise ergeben sich Betonierungsringe. Die Bezeichnung „Ringe“ für einen neuen Begriff anzuwenden, bringt meines Erachtens nur Verwirrung hervor, um so mehr als der Verfasser selbst den gleichen Ausdruck auch schon in mehrfacherem Sinne, und zwar für die Lehrbogen an sich, dann aber auch für das ganze Gespärre, das die ganzen Stützwerte aus Ausbruchbogen, Reiter samt Keilen, Lehrbogen, Schwellen und etwaige Holzversteifung umfaßt, sowie außerdem noch für eine Ausbruchlänge gebraucht. Das aus Ring und Bauweise zusammengesetzte Wort trifft auch nicht das Wesen der Neuerung. Die Bauweise ist, wie schon der Titel des Werkes sagt, die „belgische oder Unterfangungsbauweise“, neu dagegen ist nach den eigenen Aus-

führungen des Verfassers die Betriebsweise, aber auch diese nur im Zusammenhang mit der Kunzschers Rüstung.

Nicht in Unterfangungsbauweise erstellt und deshalb nicht hierher gehörig sind die Beispiele nach Abb. 6b, 10, 15b und c. Auch den neuen Arten von Stollenbauten dürfen sie nicht zugerechnet werden, wie ein Vergleich mit Abb. 330 u. 331 in Rziha Bd. I ergibt.

Abgesehen von diesen mehr nebensächlichen Beanstandungen hat der Verfasser mit den übrigen Beispielen den Fortschritt, der sich aus der neuen Betriebsweise, wenigstens für Tunnel kleineren Querschnitts, ergibt, klar und deutlich herausgearbeitet. Inwieweit seine Ansichten auf große und lange Tunnel, die eines Richtstollens bedürfen, zutreffen, muß die Zukunft lehren.

Bei den angeführten Beispielen ist in keinem Falle eine Außenhautdichtung angewendet worden. Verfasser schlägt an deren Stelle eine Innendichtung vor, die aber wegen der Frosteinwirkung auf durchfeuchtetes Mauerwerk in den Eingangstrecken nicht in Betracht kommt und wegen der auch vom Verfasser beobachteten Längenänderungen der Auskleidung im Tunnelinnern besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich macht. Trockenhaltung ist aber nach den Erfahrungen an bestehenden Bauwerken bei vielen Tunneln eine der wichtigsten Forderungen und bedarf deshalb besonderer Beachtung.

In dieser Beziehung kann der im Schlußwort des Buches vertretene Ansicht, es sei der Beweis erbracht, daß die Mängel des älteren Verfahrens mit der neuen Betriebsweise beseitigt seien, nicht in vollem Umfang beigetreten werden.

Trotzdem bildet die Schrift, die außerdem reiche Erfahrungen wiedergibt, eine wertvolle Bereicherung des Schrifttums über Tunnelbau und verdient weite Verbreitung in allen Kreisen, die mit dem Tunnelbau zu tun haben. Hartmann.

Gottsch, H., Baurat, und Hasenjaeger, S., Dr.-Ing., Oberregierungs- und -Baurat: Technische Baubestimmungen, Baupolizei — Hochbau — Tiefbau, für das Deutsche Reich. Herausgegeben im Auftrag der Fachgruppe Bauwesen des NS.-Bundes Deutscher Technik. Dln A 5, 928 S. Eberswalde 1940, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller. Preis 19,80 RM in Ordner. — 2. Ergänzungslieferung (bis Mai 1940). 145 Blatt. Eberswalde 1940, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller. Preis 5,80 RM. (2. Loseblatt-Ordner 1,50 RM).

Jeder Bautechniker, der nicht nur auf einem ganz bestimmten Gebiet, wie z. B. dem des Eisenbetonbaues oder des Stahlbaues, arbeitet, sondern auf den verschiedensten Gebieten des Bauwesens tätig ist und daher die für diese Gebiete maßgebenden Baubestimmungen kennen muß, noch mehr alle diejenigen Stellen, die statische Berechnungen und Baugesuche zu prüfen haben, werden das von berufenster Seite herausgegebene Werk mit großer Befriedigung begrüßen. Wer bisher auf dem Gesamtgebiet der bautechnischen Bestimmungen auf dem laufenden bleiben wollte, war gezwungen, eine ganze Reihe von Amtsblättern, Zeitschriften usw. zu halten, was nicht jedem in dem erforderlichen Ausmaß möglich war. Es kam schließlich bei den in den letzten Jahren sich überstürzenden neuen Vorschriften und den ebenso häufigen Abänderungen bestehender Baubestimmungen so weit, daß nicht nur Techniker, die Bautechniker zu bearbeiten hatten, sondern auch kleinere Baugenehmigungsbehörden die neuesten Bestimmungen nicht kannten und infolgedessen auch nicht beachteten. Dieser Zustand wird durch das Werk „Technische Baubestimmungen“ endgültig beseitigt. Durch ein Loseblattwerk können jeder Zeit neue Bestimmungen oder Änderungen bestehender vom Verlag bezogen und eingeschaltet werden, wodurch das Werk stets auf dem laufenden gehalten wird. Auf eine genauere Inhaltsangabe einzugehen, würde den Rahmen einer Buchbesprechung übersteigen. Es mag genügen, darauf hinzuweisen, daß das Werk alles enthält, was der entwerfende Techniker und was Baugesuche nachprüfende Stellen an Vorschriften und Bestimmungen wissen müssen. Eine vorzügliche Einteilung des gesamten Stoffes, eine klare Inhaltsübersicht, ein alphabetisches Stichwortverzeichnis ermöglichen die schnelle Auffindung irgend einer gesuchten Baubestimmung. Sehr zu begrüßen wäre es, wenn die Herausgeber auch gelegentlich maßgebende Auslegungen zweifelhafter Stellen von Vorschriften und Bestimmungen bringen würden, zu denen sie ja auf Grund ihrer amtlichen Stellung an erster Stelle berufen sind. Franz Boerner.

Kersten, C.: Eisenbetonbau. Teil III, Rechnungsbeispiele aus dem Hochbaubereich mit Anhang: Berechnung des Durchlaufbalkens. 7. Aufl. 233 S., 289 Abb. Berlin 1941, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn.

Mit dem Band „Rechnungsbeispiele“ wird jedem Eisenbetonbauer ein so vielseitiger Lehr- und Unterrichtsstoff in die Hand gegeben, daß wohl keine Aufgabenstellung denkbar ist, auf die man nicht erschnellende Antwort erhält. Auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte kommen ausgiebig zu Wort, so daß man von einem ausgezeichneten Schulungswerk für Praktiker sprechen kann. Die wichtigsten Fälle des Durchlaufbalkens erfahren eine ausführliche Behandlung auf der Grundlage der Clapeyronschen Gleichungen. Darstellungsweise und Abbildungen sind von der bei den Kersten-Büchern bekannten Güte.

F. Stiegler, München.

Rausch, E., Dr.-Ing., Dr. techn.: Maschinenfundamente und andere dynamische Bauaufgaben. 2. Teil, Ausführungsbeispiele usw. 258 S. mit 299 Abb. Berlin 1940, Vertrieb VDI-Verlag. Preis geh. 25 RM.

In dem im Jahre 1936 erschienenen ersten Teil des Werkes<sup>1)</sup> hatte der Verfasser die Grundlagen für Bau und Berechnung der Grundkörper

<sup>1)</sup> Besprechung Bautechn. 1936, S. 744.

von Maschinen gegeben. Der zweite Teil bringt jetzt die damals schon angekündigten Ausführungsbeispiele, eine genaue Beschreibung der Gestaltung und Berechnung von im ganzen 24 Bauwerken, die der Verfasser als Beratender Ingenieur für die Gründung von hin- und hergehenden und umlaufenden Maschinen sowie für Hammer- und Brechergewerke entworfen und berechnet hat. Schon in der Besprechung des ersten Teils ist darauf hingewiesen worden, daß das Werk zur Zeit wohl das einzige auf dem Gebiete der Maschinen Gründungen ist, das den Gegenstand umfassend und in einer für die Praxis unmittelbar nutzbaren Weise behandelt. Daß der recht spröde Stoff jetzt durch Ausführungsbeispiele erläutert wird, wird manche Zweifelsfrage klären und deshalb von allen Beteiligten begrüßt werden, um so mehr, als sämtliche Beispiele ausgeführt sind und sich bewährt haben, also gute und zuverlässige Vorbilder für die verschiedensten Voraussetzungen darstellen.

Lohmeyer.

Voss, Fr., Architekt: Kalkulations-Hilfsbuch für das Baugewerbe. II. Teil. Zweite überarb. Aufl. 111 S., 61 Abb. Berlin 1941, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Preis stief geh. 3 RM.

Der vorliegende II. Teil bringt die nötigen Unterlagen zur gerechten Preisbildung der Tischler-(Schreiner-)Arbeiten, der Schlosser-(Beschlag-) und der Glaser-Arbeiten. Berücksichtigt sind alle Preisgrundlagen sowie die Vielseitigkeit der Ausführungsarten, der Stückgrößen usw. Die Gliederung der einzelnen Leistungen ist der Verdingungsordnung für das Baugewerbe (VOB) angepaßt. Viele Abbildungen schließen Irrtümer über die zu wählende Ausführungsart aus. Die Ansätze sind von Bauunternehmungen und Handwerkern überprüft und für richtig befunden worden. Immerhin seien, einer im Vorwort vermerkten Anregung folgend, zu den Tischlerarbeiten einige Hinweise für die Neuauflage gegeben. Der Selbstkostenpreis des Holzes (Seite 8) errechnet sich aus Einkaufspreis und Fracht, Abfahren, Abladen, Lagerkosten zu rd. 8%, dazu Verschnitt. Die Unkosten sind mit 60% vom Lohn im allgemeinen sehr niedrig angenommen. In den Stundenpreis für Maschinenarbeit (3,50 RM) sind die Unkosten mit eingerechnet. Nicht zu vergessen sind die Förderkosten zum Bau und der Umsatzsteuerbetrag zur Schlußsumme (2%). — Auch dieser Neuauflage<sup>1)</sup> ist weiteste Verbreitung zu wünschen. C. Kersten.

Deutsche Baunormen. Ein neues Verzeichnis der Deutschen Baunormen, das mit Ende März d. J. abschließt, ist vor kurzem erschienen. Beuth-Vertrieb GmbH., Berlin SW 68, Preis 0,40 RM.

Handbuch Bau, Jahrbuch für das deutsche Baugewerbe 1941. 7. Jahrgang. 184 S. Berlin 1940, Verlag der Deutschen Arbeitsfront. Preis 0,60 RM.

Der in baugewerblichen Kreisen gut eingeführte, preiswerte Taschenkalender bringt wieder eine große Anzahl von Zahlentafeln (Lohnsteuer- tafeln, Bemessung der Arbeitslosenunterstützung, Arbeitsstunden, Urlaubszeiten u. a.), die den Zwecken des Baustellenbetriebs dienen. Die Tragfähigkeitstabellen für Holz und für Stahl müssen aber auf die seit langem eingeführten höheren Grenzspannungswerte umgerechnet werden. Auch die mitgeteilten Wind- und Bodendruckangaben sind überholt. Im übrigen wird der Kalender in den Kreisen, für die er bestimmt ist, seinen Zweck voll erfüllen.

C. Kersten.

## Personalmeldungen.

Deutsches Reich. Deutsche Reichsbahn. Betriebsverwaltung. Ernann: zum Abteilungspräsidenten: der Oberreichsbahnrat Johann Fechter in Berlin; — zum Oberreichsbahnrat: die Reichsbahnräte Franz Böhme, Vorstand des Betriebsamts Emden, Karl Burger, Vorstand des Betriebsamts St. Pölten 2, Rudolf Eichkätz, Vorstand des Betriebsamts Augsburg 2, Viktor Koller, Dezernentenstellvertreter bei der RBD Wien, Alfred Siegris, zur Zeit Vorstand des Betriebsamts Hameln, Franz Ritter von Haberler, Vorstand des Betriebsamts Cottbus 1, Dr.-Ing. Carl Schmitt, Dezernent der RBD Posen, bisher Dezernent der Obersten Bauleitung der Reichsautobahnen Essen, Ernst Henke, zur Zeit im Wehrdienst, Erwin Keßler in Berlin, Walter Blasig in Essen, Karl Halbwidl, Vorstand des Betriebsamts Hellsberg, Helmut Millner, zur Zeit Dezernent der RBD München, Kurt Rasenack, Dezernent der Reichsbahnbauverwaltung Berlin; — zum Reichsbahnrat: die Reichsbahnbauassessoren Fritz Hillig bei der Betriebsleitung Kattowitz, Heinz-Hermann Faerber bei der RBD Hamburg, Kurt Offermann, Vorstand des Reichsbahnneubauamts Halle (Saale) 3, Willi Reuter bei der Reichsbahnbauverwaltung München, Heinz Puschmann, zur Zeit im Wehrdienst, Hermann Stränger, zur Zeit Vorstand des Betriebsamts Passau, Friedrich Kaeseler beim Betriebsamt Zichenau, Helmut Jahr bei der RBD Wien, Hans Schneider, zur Zeit im Wehrdienst, Alfred Schenk, zur Zeit beim Betriebsamt Ostrowo, Walter Mayer, Vorstand des Betriebsamts Hagen (Westf.) 3, Hans-Joachim Schleicher, zur Zeit beim Betriebsamt Kutno, Hermann Schreckenberger bei der Reichsbahnbauverwaltung Berlin; die Reichsbahn- amtmänner: Arnold Becker, Dezernent der RBD Opladen, bisher in Frankfurt (Oder), Paul Unger, Vorstand des Betriebsamts Leutkirch, bisher beim Betriebsamt Dresden 1, Friedrich Rabanus in Saarbrücken, Max Schmidt in Berlin; der Reichsbahnoberinspektor Otto Krämer, Dezernent der RBD Halle (Saale), bisher in Hannover.

Versetzt: die Oberreichsbahnräte Richard Rosien, Dezernent der RBD Osten in Frankfurt (Oder), als Dezernent zur RBD Danzig, Karl

Wildbrett, Dezernent der RBD Wuppertal, als Dezernent zur Reichsbahnbauverwaltung München, Ernst Sockel, Vorstand des Betriebsamts Aschersleben 2, als Dezernent zur RBD Schwerin mit dem Sitz in Lübeck, Friedrich Myczkowski, zur Zeit Vorstand des Betriebsamts Wien 5, als Dezernent zur RBD Wuppertal, Ulrich Steinfatt, Dezernent der Obersten Bauleitung der Reichsautobahnen Köln, als Dezernent zur RBD Halle (Saale), Paul-Otto Gätjens, Referent der Generaldirektion der Ostbahn in Krakau, als Dezernent zur RBD Halle (Saale); — die Reichsbahnräte Ernst Lanzer, Vorstand des Betriebsamts St. Pölten 2, als Vorstand zum Betriebsamt Erfurt 2, Johann Peham beim Betriebsamt Linz 2 als Vorstand zum Betriebsamt Meiningen, Hermann Möller, Dezernent der Reichsbahnbauverwaltung München, als Dezernent zur RBD Schwerin mit dem Sitz in Lübeck, Ernst Kampf, Dezernent der RBD Köln, als Dezernent zur Obersten Bauleitung Koblenz, Waldemar Rütters, unter Aufhebung der Versetzung zur RBD Hannover, als Vorstand zum Betriebsamt Ludwigs- lust, Hermann Kayser, Vorstand des Betriebsamts Koblenz 1, als Dezernent zur RBD Frankfurt (Main), Hermann Kraupa beim Betriebsamt Wiener Neustadt 1 als Vorstand zum Betriebsamt Aschersleben 2, Gerhard Zimmer, Vorstand des Betriebsamts Worms, als Vorstand zum Betriebsamt Dortmund 1, Wilhelm Witte, Vorstand des Neubauamts Hamburg 1, als Vorstand zum Betriebsamt Schweinfurt, Karl Bohrmann beim Betriebsamt Saarbrücken 2 als Vorstand zum Betriebsamt Trier, Otto Bosch bei der RBD Nürnberg als Vorstand zum Betriebsamt Schwarzenberg, Werner Honigbaum bei der RBD Schwerin als Vorstand zum Betriebsamt Lindau (Bod.), Adolf Weber, Dezernent der RBD Posen, als Dezernent zur Reichsbahnbauverwaltung Berlin, Hugo Kahler beim Betriebsamt Komotau als Vorstand zum Betriebsamt Neuwied 2, Dr.-Ing. Heinrich Weigl in Salzburg als Vorstand zum Betriebsamt Waldenburg (Schles.), Kurt Schoyack in Glogau als Dezernent zur RBD Osten in Frankfurt (Oder), Karl Hörmann, Vorstand des Betriebsamts Waldshut, als Vorstand zum Betriebsamt Saalfelden, Wilhelm Ramm, Vorstand des Neubauamts Wittenberg, als Vorstand zum Betriebsamt Osnabrück 1.

Überwiesen: der Oberreichsbahnrat Max Bettmann, Dezernent der Obersten Bauleitung der Reichsautobahnen Breslau, als Dezernent zur RBD Breslau.

Übertragen: dem Oberreichsbahnrat Kurt Kellberg, Dezernent der RBD Halle (Saale), die Leitung der Neubauabteilung daselbst.

Gestorben: der Reichsbahndirektor Johann Seuffert, Dezernent der RBD Augsburg, zuletzt nach Wien abgeordnet gewesen; — der Reichsbahnrat Fritz Ackermann bei der RBD Münster (Westf.).

Im Ruhestand verstorben: der Regierungsrat a. D. Johann Haefner in Augsburg, zuletzt Vorstand der Bau- und Betriebsinspektion Augsburg; — der Regierungsbaurat a. D. Oskar Marais in Königsutter, zuletzt Dezernent der RBD Hamburg.

Deutsches Reich. Wasserwirtschaftsverwaltung. Ernann: Bauassessor Richling in Danzig und Professor Dr.-Ing. Wegner in Posen zu Regierungsbauräten; — die Regierungsbauräte Wolter in Hamburg und Dr. Beermann zum Regierungs- und Baurat; — die Regierungsbauräte Langenmayr in Litzmannstadt und Winkler in Marienwerder zum Oberregierungsbaurat; — Regierungs- und Baurat Lüpkes in Husum zum Oberbaurat, Regierungsbaurat Dr. Grisse in Posen, die Regierungs- und Bauräte Herrgeist in Magdeburg, Seidel in Danzig, Schultze-Berndt in Trier, Klei in Danzig und Lorenzen in Kiel zu Oberregierungs- und -bauräten.

Versetzt: die Oberregierungs- und -bauräte Schütz von Schneidmühl nach Potsdam und Gorland von Stettin nach Schneidmühl; — Regierungs- und Baurat Seidel von Potsdam nach Danzig; — Regierungsrat Neuner von Landeck nach Landsberg a. d. Warthe; — Regierungsbauassessor von St. Pölten nach Eupen.

Hochschulnachrichten. Deutsche Technische Hochschule Prag. Regierungsbaurat Dr.-Ing. Otto Seyffert ist unter Ernennung zum außerordentlichen Professor der Lehrstuhl für Straßen-, Tunnel- und Erdbau übertragen worden.

## Berichtigungen.

In dem Aufsatz von Professor Hartmann über das Trägheitsmoment von Verbundbalken in Heft 32 dieses Jahrgangs muß es auf Seite 347 links oben, Zeile 5, 0,06 statt 0,66 heißen, und rechts oben, in Zeile 2 und 3 muß dreimal E statt  $\sigma$  stehen.

Die Hefte 15 bis 19 des laufenden Jahrganges haben versehentlich Seitenzahlen erhalten, die um die Zahl 12 zu niedrig sind. Infolgedessen erscheinen die Seitenzahlen 153 bis 164 zweimal (in Heft 14 und 15), während die Seitenzahlen 213 bis 224 (zwischen Heft 19 und 20) fehlen. Im Inhaltsverzeichnis des Jahrganges wird seinerzeit darauf hingewiesen werden.

INHALT: Schalung und Rüstung im Eisenbetonbau und im Brückenbau. — Zur Prüfung der Schweißempfindlichkeit von Baustählen. — Professor Dr.-Ing. Agatz 50 Jahre. — Vermischtes: Einheitliche Führung der Wasser- und Energiewirtschaft unter Dr.-Ing. Todt. — Arbeitstagung der Fachgruppe Bauwesen zur Reichsmesse Leipzig Herbst 1941. — Neue Deutsche Einheitsblätter. — Der Arbeitsring „Zement“ in der Fachgruppe Bauwesen des NS.-Bundes Deutscher Technik. — Aus dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn 1940. — Selbsttätige Lichtbogen-Schweißung. — Bücherschau. — Personalmeldungen. — Berichtigungen.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin-Steglitz, Am Stadtpark 2. — Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9. — Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.

<sup>1)</sup> Vgl. die Besprechung des I. Teiles, 5. Aufl., in Bautechn. 1940, Heft 13/14, S. 168.