

DIE BAUTECHNIK

13. Jahrgang

BERLIN, 15. Februar 1935

Heft 7

Alle Rechte vorbehalten.

Form und Festigkeit von Schweißgebilden.

Eine Betrachtung aus Anlaß des zehnjährigen Bestehens des Fachausschusses für Schweißtechnik beim VDI am 16. Februar 1935.

Von Reichsbahnrat Hochheim, Berlin¹⁾, Reichsbahn-Zentralamt für Maschinenbau.

Form und Festigkeit bedingen einander. Ist dies nicht selbstverständlich? War es bei Nietkonstruktionen anders? Konnten wir nicht unter Annahme einer bestimmten zulässigen Spannung für irgendeine Belastungsweise Querschnitte und Nietanschlüsse richtig bemessen? Gewiß, wir gingen von vorhandenen Walzummrisen aus, halfen uns mit Winkeln und Lamellen und fügten zusammen Buchstaben des Alphabets, I- und Hutquerschnitte, immer bedacht, Platz für das Unterbringen der Niete zu haben. Wir waren zwar hinsichtlich mancher Formgebung geteilter Ansicht, das Entwerfen war aber im großen und ganzen bedingt durch die Erfordernisse der Nietung mit ihren seitlichen Anschlüssen.

Was Wunder, daß beim Übergang zum Schweißgebilde die bewährte Nietkonstruktion zum Vorbilde diente!

ist*. Aus den Abbildungen geht hervor, welche Verbindungen nachahmenswert sind und welche nicht. Abb. 1 zeigt Stirnnahtverbindungen. Berechnet man die Spannungen nach den einfachen Regeln von DIN 4100, so erhält man ein gleiches Ergebnis sowohl für die symmetrische als

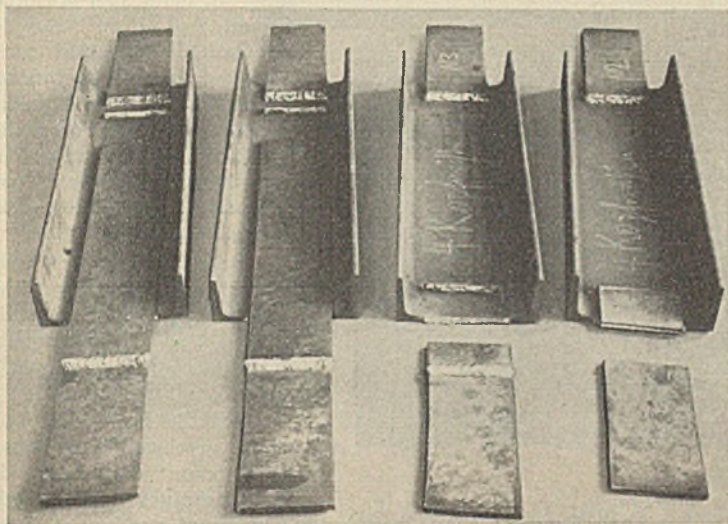


Abb. 1.

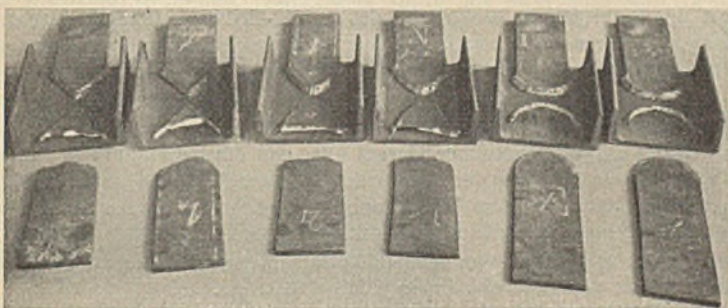


Abb. 2.

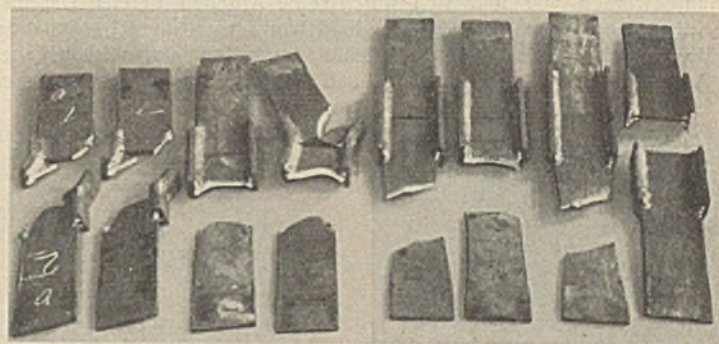


Abb. 3.

auch die asymmetrische Verbindung, die symmetrische Verbindung war aber die festere. Infolge der langen Überlappung der asymmetrischen Probe kam die zweite Kopfnah erst später zum Tragen. Die Proben in Abb. 2 wurden alle mit gleichem Schweißquerschnitt hergestellt, und dennoch war ihr Verhalten im Zerreiversuch sehr unterschiedlich in Abhängigkeit von der Form des Schweißanschlusses. In Abb. 3 links

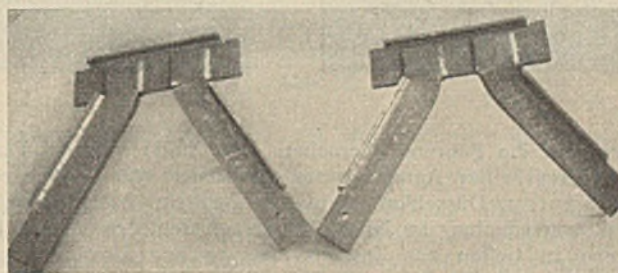


Abb. 4.

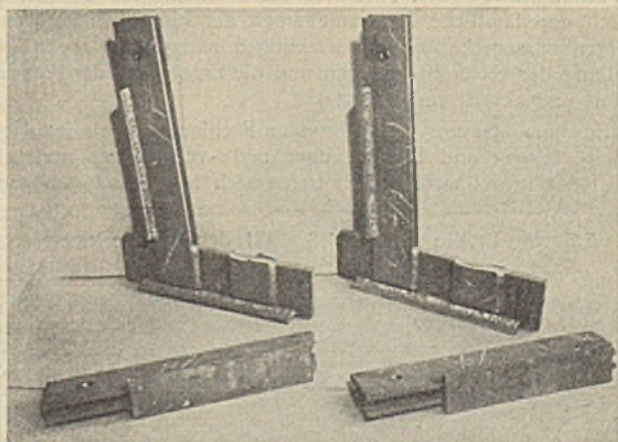


Abb. 5.

Die ersten Versuche, Gitterträger zusammenschweißen, ermutigten nicht. Mit Knotenblechen konnte man nichts Rechtes anfangen, ebenso mit den abstehenden Flanschen der Profile. Und dennoch sind nun schon unzählige Stabwerke für den Hochbau unter Verwendung vorhandener Umrißformen zusammenschweißt worden, autogen und elektrisch. Es bestand ja auch keine Gefahr. Denn gegenüber einer ruhenden Belastung zeigt sich eine ausreichend bemessene Schweißverbindung unabhängig von ihrer Form recht widerstandsfähig, sie bricht erst nach erheblicher Verformung und meistens nicht einmal in der Schweißnaht. Die Bilder, die aus Versuchen des Verfassers während seiner Beurlaubung zur GHH stammen, zeigen dies.

Bei den Zerstörungsversuchen kam einem immer unwillkürlich das vielleicht schon vergessene Wort Tolkmitts in den Sinn: „Jede Baukonstruktion hält so lange, als irgendein Gleichgewichtszustand möglich

erkennt man, daß selbst bei kurzer Naht einer hochkant zusammengeklappten Probe die Schweißnaht nicht der gefährdetste Querschnitt ist. Abb. 4 läßt bereits beim statischen Zerreiversuch erkennen, welchen Einfluß die starre Einspannung mit ihren plötzlichen Querschnittübergängen hat, und wie sich dieser bei dem härteren Werkstoff St 52 (Abb. 5) noch erheblich erhöht. Die Druckversuche (Abb. 6) zeigen die erhebliche Verformung, die mit der Zerstörung der Schweißverbindung verbunden

¹⁾ Nach einem Vortrage des Verfassers, gehalten am 29. Februar 1932 im VDI, zeitgemäß ergänzt.

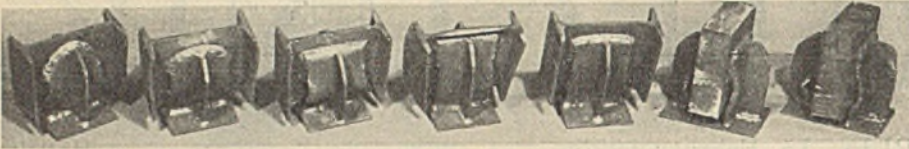


Abb. 6.

war, und daß teilweise ein neuer Gleichgewichtszustand durch Aufsetzen des Mittelstückes auf der Grundplatte erreicht war, bevor der Bruch der Schweißverbindung eintrat. Hiermit sollte der hohe Wert der Schweißverbindung für rein auf Druck beanspruchte Konstruktionen infolge möglicher Kontaktwirkung dargetan werden. Wir kommen darauf noch zurück. Vorhin war von DIN 4100 die Rede. Jeder Techniker kennt sie heute. Vor etwa sechs Jahren war es anders. Der Drang, Baukonstruktionen zu schweißen, war beim Werkgestalter vorhanden, aber mangels baupolizeilicher Vorschriften wurde diese neue Technik von den Behörden abgelehnt. Der Fachausschuß für Schweißtechnik, der inzwischen schon bekanntgeworden war und sich durch seine Arbeiten bereits Daseinsberechtigung errungen hatte, wurde bald von einer Baupolizeibehörde als die maßgebende Stelle betrachtet, die hier helfend einzuwirken habe. Die Aufgabe war so verantwortlich, daß Geheimrat Schaper in einem

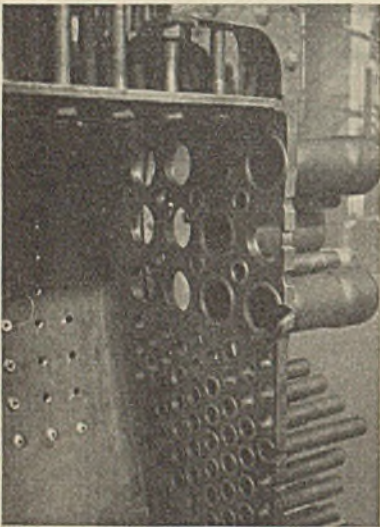


Abb. 7.



Abb. 8.

Sonderausschuß die Führung übernahm. Was sollte denn der Fachausschuß überhaupt? Auf Anregung des Altmeisters der Schweißtechnik, Ingenieur Kautny, Düsseldorf, hatte der Deutsche Azetylenverein auf seiner Hauptversammlung im Jahre 1924 beschlossen, den VDI zu bitten, Maßnahmen zu treffen zur Zusammenfassung und Durchführung von Gemeinschaftsarbeit für die wissenschaftliche Seite der neuzeitlichen Schweißtechnik. Der Vorstand gab dieser Anregung statt. Der nun gebildete Fachausschuß sollte, „wie alle wissenschaftlichen Ausschüsse des VDI durch ehrenamtliche Zusammenarbeit der führenden Fachleute die notwendigen wissenschaftlichen Forschungen anregen, betreuen, für die Bereitstellung der Geldmittel sorgen und die Ergebnisse der Forschungen durch Wort und Schrift verbreiten“²⁾.

Die Zusammenfassung von führenden Fachleuten aus allen Gebieten der Metall-, Eisen- und Stahlerzeuger und -verbraucher muß als ein guter Griff bezeichnet werden. Es trafen sich hier Maschinenbauer und

²⁾ Zwanglose Mitteilungen Nr. 18, 1931 des Fachausschusses.

Baufachleute, Elektroingenieure und Chemiker, Schiffbauer, Wagenbauer und Dampfkesselfachleute, Metallurgen und Eisenhüttenleute zu gemeinsamer Arbeit. Als besonders glücklich muß gelten, daß als Obmann des Fachausschusses Oberbaurat Fücksel gewählt wurde, der sein vielseitiges Wissen der Gemeinschaftsarbeit zur Verfügung stellte, und Professor Bardtke, Werkdirektor vom RAW Wittenberge, seine große Erfahrung aus der Praxis. Wurde doch bei der Reichsbahn schon lange geschweißt. Gleich nach dem Kriege, wo es immer noch hieß, an Werkstoff zu sparen, hatte sich bereits die Azetylschweißung eingeführt bei der Wiederherstellung von kupfernen Lokomotiven-Feuerbüchsen.

Der hohen Zielstrebigkeit des Obmannes, der sich in seinen hartnäckigen Forderungen an die Güte der Schweißverbindung (Biegewinkel) nie beirren ließ, ist es wohl mit zuzuschreiben, daß im Laufe der nun zurückliegenden zehn Jahre die Praktiker immer mehr den hohen theoretischen Forderungen nachkamen oder nachkommen mußten. Die Schweißung an kupfernen Feuerbüchsen ist heute Selbstverständlichkeit. Abb. 7 zeigt einen Schnitt durch eine vollständig zusammengeschweißte Feuerbüchse eines Modells natürlicher Größe, das auf der Ausstellung „Deutsches Volk, Deutsche Arbeit“ zu sehen war und jetzt im Berliner Verkehrs- und Baumuseum steht. An dieser Stelle soll auch des hervorragenden Anteils der Reichsmarine an der Gemeinschaftsarbeit im Fachausschuß gedacht werden, deren Bedeutung mit darin zum Ausdruck kommt, daß — an Stelle des aus Gesundheitsrücksichten im vorigen Jahre zurückgetretenen Obmannes — Ministerialrat Burkhardt, Leiter der Schiffbauabteilung im Konstruktionsamt der Marineleitung, vom Vorstände des VDI berufen wurde.

Der früheren Berührung mit Oberrat Fücksel verdankt auch der Verfasser sein Bestreben der Anwendung der Schweißtechnik auf allen Gebieten des Stahlbaues.

Abb. 8 stellt die wohl zuerst geschweißte „Brückenkonstruktion“ dar, die für die Reichsbahn geschweißt wurde, eine begehbare Rohrbrücke zur Überführung von Dampf- und Luftleitungen, die gleichfalls geschweißt wurden. Vorschriften gab es damals noch nicht, und so wurde nach dem Stande der damaligen Schweißtechnik der Obergurt des Sprengwerks elektrisch, das aus L-Eisen bestehende Zugband autogen zusammengeschweißt mit aus dem Maschinenbau übernommenen Stumpfschweißverbindungen ohne Überdeckung.

Die Zusammenstückung des Zugbandes würde man heute mittels elektrischer Widerstandsschweißung vornehmen.

Wenn als biogenetisches Gesetz gilt, daß ein Individuum in seinem Wachstum die Phasen der Artentwicklung durchmachen muß, müßten umgekehrt auch an dem Werdegang eines Schweißers die Stufen der Entwicklung der Schweißkunst zu erkennen sein.

Abb. 9 u. 10 sind aber Anfangs- und Endversuche eines Schweißers. Diese lassen wohl die erwähnten Rückschlüsse zu.

Im RAW Köln-Nippes wurde ferner ein schwerer Unterzug aus vorhandenen I-Trägern derart zusammengeschweißt, wie Abb. 11 zeigt. Die Nachrechnung der Schubspannung in den versenkten Nähten an der Mittel-

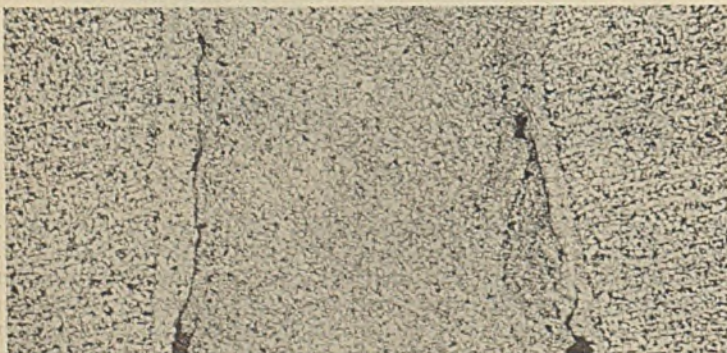


Abb. 9.

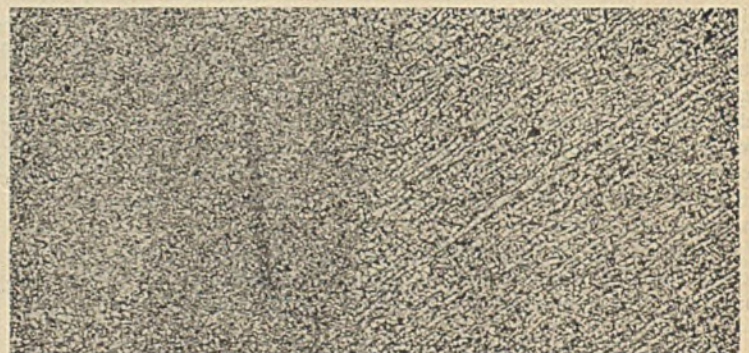


Abb. 10.



Abb. 11.

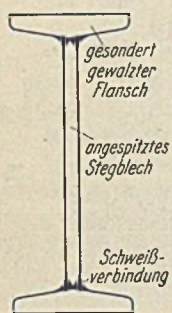


Abb. 12.

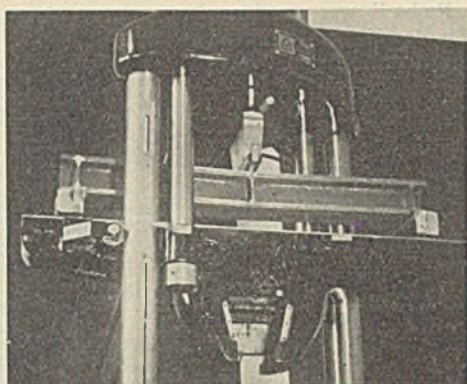


Abb. 13.

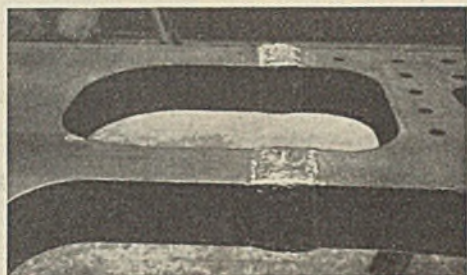


Abb. 18.

fuge der beiden Einzelprofile ergab nun so geringe Werte, daß das später vom Verfasser verfolgte Problem der Trägerschweißung hierdurch seine stärkste Anregung fand.

Im Jahre 1929 wurde auf Anregung von Geheimrat Schaper der Studenausschuß für hochwertigen Baustahl von einem Konsortium der Stahlindustrie gegründet, dessen Obmann der Verfasser wurde. Bei Unter-

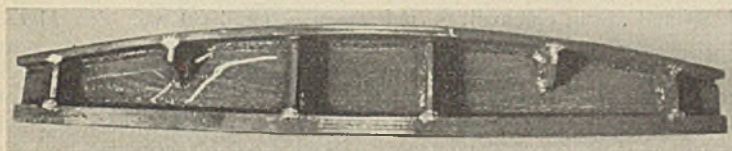


Abb. 14.

suchung der Verwalzbarkeit des St 52 stellten sich für schwere I-Träger und Breitflanschprofile Schwierigkeiten in den Weg. Hier half die Schweißtechnik. Ursprünglich wurde daran gedacht, dem geschweißten I-Träger die Walzform zu geben. Der Träger sollte aus zwei nach Abb. 12 gewalzten Flanschprofilen und einem angespitzten Stegblech mit versenkter Naht vollfleischig zu einem Ganzen verschweißt werden. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigte aber, daß mit diesen Trägern an einen Wettbewerb mit Walzprofilen oder genieteten Trägern überhaupt nicht zu denken war. Aus dem Festigkeitsnachweis ergab sich auch, daß leichte Kehlnähte vollauf genü-

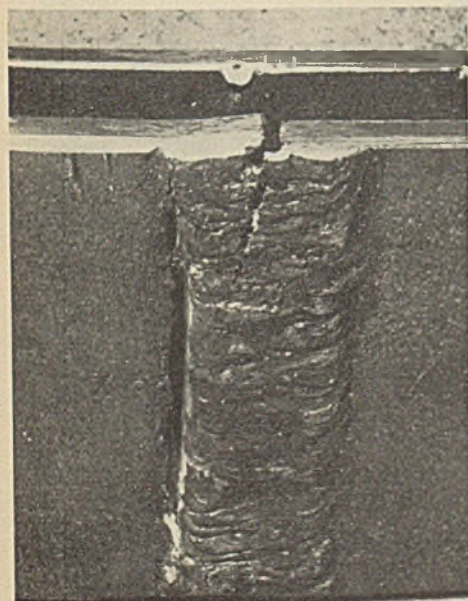


Abb. 16. Schweißnaht.

ten. Dies haben auch Versuche gezeigt, die bei der Technischen Hochschule Dresden (Prof. Gehler) ausgeführt wurden. Daß der geschweißte Parallelflanschträger von Vorteil ist und gegenüber den Normalprofilen noch eine verbesserte Ausnutzung des Querschnitts möglich ist, wurde bereits 1930 nachgewiesen³⁾. Auch die umfangreichen dynamischen Versuche, die Verfasser bei der GHH durchführte, zeigten, daß bei einem I-Träger die Längskehlnähte die am wenigsten gefährdeten

³⁾ Stahlbau 1930, S. 45.

Verbindungen sind⁴⁾. Abb. 13 zeigt den Ausgang eines Biegeversuches. Alle Schweißen hielten. Der Zugflansch riß auf infolge der durch die Verbindungsrippe geschaffenen Unstetigkeit. Ähnlich verhielt sich der Träger in Abb. 14 hinsichtlich des Bruches im Stehblech und überraschte. Dagegen würde heute der frühere Bruch vom Träger in Abb. 15 nicht mehr wundernehmen, denn Form und Gefüge der Naht in Abb. 16 würde unseren heutigen Ansprüchen nicht mehr genügen. Wie ganz anders verhält sich doch ein aus einzelnen Teilen unnachgiebig zusammengefügtes Gebilde als eine nachgiebigere Nietkonstruktion! Bei der Schweißverbindung haben wir für die mechanischen Kraftlinien kurzwegige,

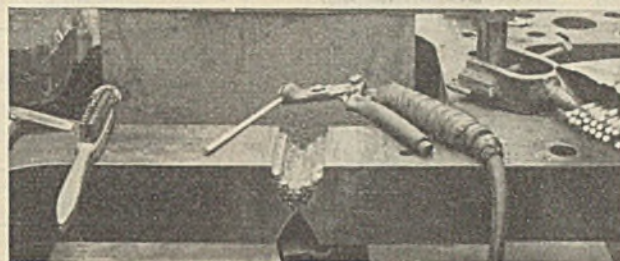



Abb. 17.

begrenzte, konzentrierte Übergänge, bei der Nietung die Möglichkeit vielfältiger Gleichgewichtszustände in der Verbindung.

Abb. 17 u. 18 zeigen eine in einem Reichsbahnausbesserungswerk ausgeführte Schweißverbindung eines Lokomotivbarrenrahmens von 120 mm dickem Flachhelsen-Querschnitt.

Auf Ausbildung der Form ist besonderer Wert gelegt. Die Verbindung ist zwar nur -förmig von zwei Seiten geschweißt; man hat aber eine allmählich übergehende Wulst ringsum gelegt, um einen sanften Verlauf der mechanischen Kraftlinien zu erzielen. Nach dem Schweißen wird die Oberfläche noch geschliffen. Die Verbindung hat sich ausgezeichnet bewährt und ist auch jetzt als Stumpfstoß für Stehbleche von geschweißten Blechträgern als die beste Verbindung erkannt worden.

Bei der Dortmunder Union wurde das Problem der Trägerschweißung

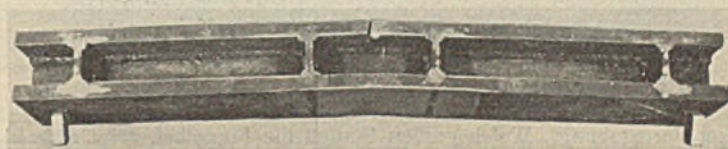


Abb. 15.

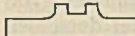
aufgegriffen und führte dort zur Anwendung eines Sonderprofils , das schnellen Zusammenbau gestattet und infolge des erhöhten Nutengrundes eine Flanschverstärkung ergibt, die ein Aufbiegen, wie es beim Schweißen von dünnen Flachhelsen als Flanschen vorkam, hintanhält und auch die Schweißspannungen schon in den Rippen ausgleichen läßt. Hier zeigt sich die Schweißtechnik so zwingend und fruchtbar, daß sie über Bestehendes hinweg zu neuen Formen rief, woran Zweifler anfangs nicht glauben wollten.

Abb. 19 gibt einen Einblick, wie vereinfachend und künstlerisch die Schweißtechnik auf die Gestaltung wirkt. Man stelle sich genietete Stützen mit ihren Zwangslösungen von Kopf und Fuß dagegen vor! Die geschweißten Stützen bestehen aus Schaft mit verschweißter Kopf- und Fußplatte für unmittelbare Kraftübertragung. Der Schaft setzt sich aus Steg und zwei Nasenprofilen zusammen.

Wo früher im Tiefbau Walzträgerdecken verwendet wurden, ist

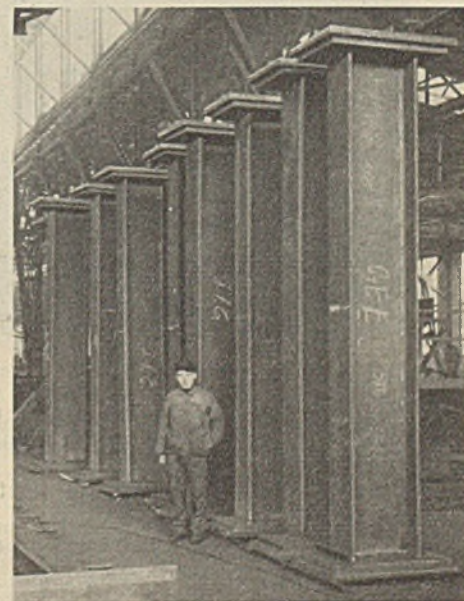


Abb. 19.

⁴⁾ Mitteilungen aus den Forschungsanstalten der GHH 1932, S. 225 ff.

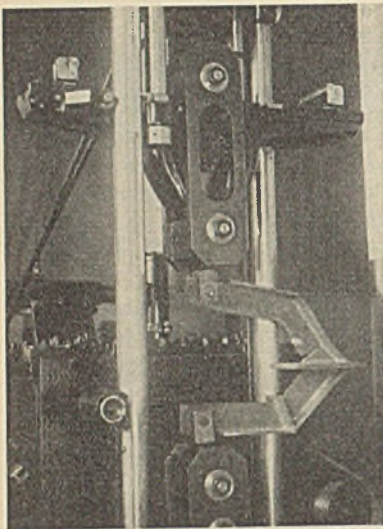
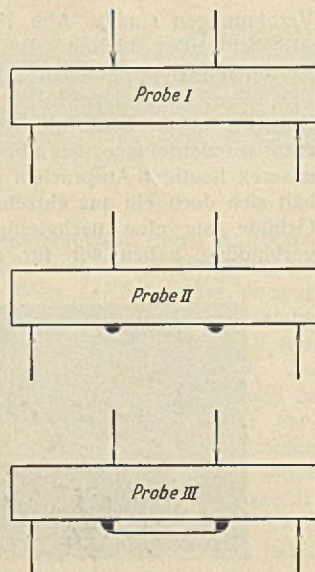


Abb. 20.



es heute wirtschaftlicher, geschweißte Träger mit nach dem Auflager zu verjüngten Enden zu verlegen, da durch die Abschrägung keine künstliche Überhöhung in der Mitte für die Seitenentwässerung gegeben zu werden braucht, an Bauhöhe also gespart werden kann.

Die dynamischen Versuche bei der GHH brachten aufschlußreiche Erkenntnisse. Daß auch eine Stirnkehlnahtverbindung sich dynamisch besser als ihr Ruf verhalten kann, ersieht man aus Abb. 20. Der Einriß ging ins volle Material, die Schweißnaht hielt. Die Dauerhaltbarkeit der Verbindung war also größer als die Dauerfestigkeit des Werkstoffes bei

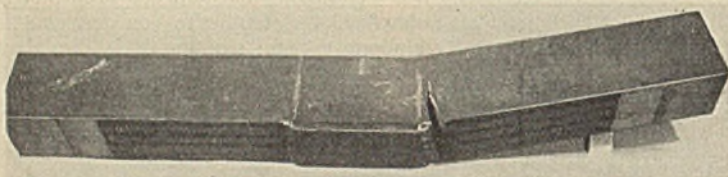


Abb. 21.

dieser Formgebung. Welch großen Einfluß die Form hat, zeigt Abb. 21, ein durch ein Bindeblech zusammengefügtter Balken aus Blechen, der im Abstände der Stirnkehlnähte mit zwei Einzellasten beansprucht wurde. Es handelt sich um Versuchskörper aus St 37 und St 52. Die Probe aus St 37 ging bei $\frac{1}{3}$ Vorlast unter einer höchsten Spannung von 1800 kg/cm^2 nach 750 000 Wechslen zu Bruch, bei St 52 unter derselben Belastung schon nach 450 000 Wechslen, während die glatte Probe aus St 52 nach 2 Millionen Lastwechslen bei demselben Vorbelastungsverhältnis

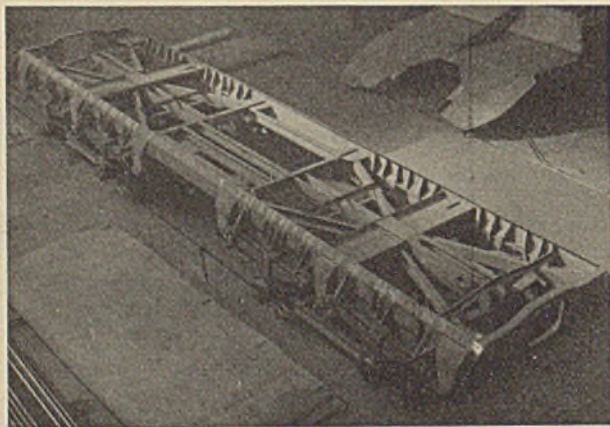


Abb. 22.

über 3600 kg/cm^2 höchster Spannung aushielt und erst nach erhöhter Beanspruchung zu Bruch gebracht werden konnte. Glaubte man allein in der Kerbwirkung der Schweißnaht durch den Einbrand die Ursache der geringen Dauerhaltbarkeit zu suchen, so klärte ein anderer Versuch mit einem massiven Balken darüber auf.

Probe I war bei $2 \cdot 10^6$ Lastwechslen und 3620 kg/cm^2 höchster Spannung noch nicht gebrochen.

Probe II war an der Stelle der Kehlnähte mit zwei Schweißraupen versehen.

Ergebnis: Höchste Beanspruchung 1800 kg/cm^2 , kleinste Beanspruchung 600 kg/cm^2 , nach $2 \cdot 10^6$ Lastwechslen noch nicht gebrochen.

Probe III mit „Verstärkungsplatte“ gemäß Abb. 21 $\max \sigma = 1800 \text{ kg/cm}^2$, $\min \sigma = 600 \text{ kg/cm}^2$, nach 730 000 Lastwechslen gebrochen.

Die Notwendigkeit der Kenntnis des Verhaltens geschweißter Gebilde bei Dauerbeanspruchung führte im Fachausschuß zur Einsetzung eines Kuratoriums, das wiederum unter Obmannschaft von Geheimrat Schaper umfangreiche Dauerfestigkeitsversuche in Berlin-Dahlem, Stuttgart und Dresden ausführen ließ. Die Mitteilung der Ergebnisse muß berufener Hand überlassen bleiben.

Unter weitgehender Förderung durch die Reichsbahn, Anregung und praktischer Aufgabenstellung entwuchs die Schweißkonstruktion den Kinderschuhen. Heute gebietet das Schweißgebilde. Der vom Verfasser vor fünf Jahren vorausgesagte ganzgeschweißte Großgüterwagen ist da. Abb. 22 aus dem Jahre 1933 gibt ein Abbild vom Untergestell des Wagens.

Schnell noch einen Blick auf einen schon 1930 von den Mitteldeutschen Stahlwerken in Lauchhammer ausgeführten stattlichen Hochbau eines Kesselhauses in Salbke, an dem Rahmen und Bunker geschweißt wurden (Abb. 23), und wir haben mit Abb. 24 (geschweißter Träger von 52,8 m Länge) einen Maßstab des heutigen Könnens, eine Brücke, wirklich aus einem Guß, denn Flanschen und Steg wurden hierbei vollfleischig verbunden.

Angesichts der Gestaltungskraft der neuzeitigen Schweißtechnik, der Möglichkeit der Herausbildung jeder Körperform, wobei der doppelten Hilfe des Azetylenbrenners besonders gedacht sei, darf man wohl unter dem Eindruck der Gesamtwirkung geschweißter Bauten aussprechen: Eine Nietkonstruktion kann entworfen werden, ein Schweißgebilde muß man empfinden!

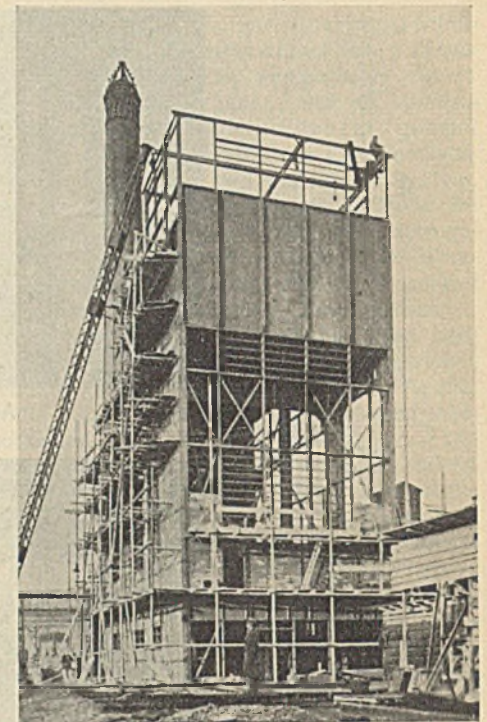


Abb. 23.

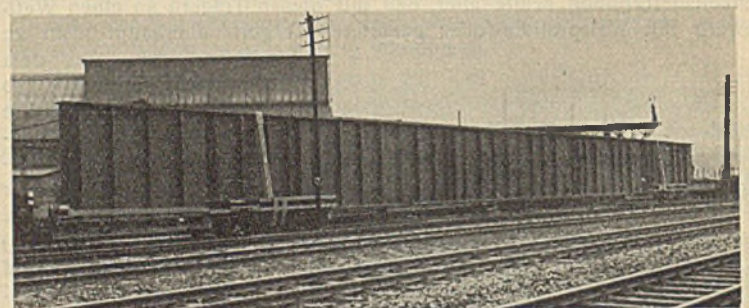


Abb. 24.

Zehn Jahre der Entwicklung liegen hinter uns. Der Fachausschuß war nicht nur ein Sammelbecken, ein elektrisches Feld, das gleichgerichtete Ströme anzog, er war auch wie ein Spiegel, der aufgefangene Strahlen konzentrierte.

Mögen weitere fruchtbare Jahre folgen!

Nachwort: Als obige Zellen niedergeschrieben wurden, ahnte wohl niemand, daß Herr Oberbaurat Fuchsel die zehnte Wiederkehr des Gründungstages des Fachausschusses nicht mehr erleben würde. Seiner Verdienste wurde bereits in dem Aufsatz gedacht, der hiermit seinem Andenken gewidmet sei.

Der Verfasser.

Baumaßnahmen zur Sicherung von Rutsch- und Felsstrecken der elektrisierten Bahn Donauwörth—Treuchtlingen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahnrat Wilhelm Fischer, Augsburg.

Im Zuge der Elektrisierung der Bahnstrecke Augsburg—Nürnberg stellt der zwischen Donauwörth und Treuchtlingen auf eine Länge von 34 km sich ausdehnende Teilabschnitt wegen der umfangreichen Arbeiten zur Erstellung einer den Erfordernissen der erhöhten Geschwindigkeit (110 bis 140 km/h) genügenden sicheren Gleislage eine bemerkenswerte Strecke dar. Die Notwendigkeit der Herstellung von Schutzmaßnahmen, wie Rutschungsverbauungen, Tiefenentwässerungen (TE) und Ausmauerung der Felseinschnitte zur Sicherung des Gleises gegen Betriebsgefährdung durch die zerstörenden Einwirkungen der Natur, hat ihre Ursache in den geologischen Eigentümlichkeiten des die Bahnlinie durchquerenden Gebietes.

Geologischer Überblick. Die 1900 bis 1905 erbaute Strecke durchquert den Schwäbisch-Fränkischen Jura und verläuft hauptsächlich durch die Schuttfelder einer unter dem Namen „Vorries“ benannten Randzone des zu den eigenartigsten geologischen Bildungen Europas gehörenden vulkanischen Rieskessels¹⁾. Diese, einen Hauptteil der Juraüberdeckung bildenden Schuttmassen von Gesteinstrümmern des Keupers, Juras und des kristallinen Grundgebirges sind durch Explosionsvorgänge bei der Bildung des Rieskessels über diesen Landstrich ausgebreitet worden. Das bunte Durcheinander der nach Art, Größe und Struktur sehr verschiedenen, in eine Grundmasse von zähen, grauen Letten und Ton eingebetteten Gesteinschollen wird als „bunte Ries-



Abb. 1. Trümmerschichten der „bunten Riesbresche“.

bresche“ bezeichnet. Abb. 1 zeigt einen Anschnitt der Trümmerschichten (bunte Riesbresche). Neben diesen an sich schon äußerst vielgestaltigen Trümmerschichten treten, in diese eingeschlossen oder von ihnen überlagert, als sonstige Bestandmassen der sogenannten Juraüberdeckung roter Keupersand und Letten, violetter und marmorierter Letten und tonige Massen und selbst Streifen von jungtertiärer Braunkohle auf. Innerhalb dieses von den Riesphänomenen betroffenen Gebietes ist der Bestand der Bahnstrecke seit ihrem Bau ständig von Hang- und Dammrutschungen und Bewegungen der Gleisunterlage bedroht worden. Zur betriebssicheren Unterhaltung der Gleise mußten deshalb bisher schon dauernd Aufwendungen zur Sicherung der Bahnanlagen geleistet werden. Um nunmehr eine spätere fortgesetzte Beunruhigung der durch die Elektrisierung auf eine höhere Leistung gebrachten Strecke zu vermeiden, ist vor Aufnahme des elektrischen Betriebes ein großzügiges Bauprogramm zur Sicherung der Strecke durchgeführt worden.

Da Baumaßnahmen dieser Art und auch in solchem Umfange verhältnismäßig selten vorkommen und, was vor allem die Rutschungsverbauungen und TE betrifft, nur auf Grund der Kenntnis der Bewährung früher ausgeführter Bauweisen mit Erfolg durchgeführt werden können, dürfte es angezeigt sein, auf die hier ausgeführten Arbeiten hinzuweisen und über deren Anordnung einiges bekanntzugeben.

1. Rutschungsverbauungen.

1. Ursache der Rutschungen.

Die in der wasserundurchlässigen Grundmasse eingebetteten und aus ihr hervortretenden wasserdurchlässigen, zertrümmerten und vielfach bis

zur vollkommenen Vergrüßung zerquetschten Kalkschollen (s. Abb. 1) gewähren dem Wasser Eintritt in den Untergrund und bilden gleichzeitig im Verein mit Sandschichten im Innern der bunten Bresche den Behälter für zahllose umfangreiche Wasseransammlungen und Gänge zur Durchfeuchtung gewisser quellfähiger, äußerst rutschgefährlicher Letten und Tone (Ornatenton). Die auftretenden Rutschungen sind meistens örtlicher Natur und bei der stark wechselnden Zusammensetzung der bunten Bresche nicht immer auf die gleiche Ursache zurückzuführen. Teils sind sie veranlaßt durch Abgleiten von hangenden, in der Hauptsache aus stark durchfeuchteten Schwemmsanden und vergrüßten Kalken bestehenden Schichten auf zum Einschnitt hin einfallenden Trennungsf lächen zu lettigen Lagen, oder sie sind durch die petrographische und physikalische Beschaffenheit quellfähiger, bei Durchfeuchtung aufweichender, ihre Standfestigkeit verlierender, lettig-toniger Massen bedingt. Abb. 2 zeigt eine plötzlich aufgetretene Rutschung in einer an Sandadern reichen Einschnittböschung, bei der etwa 170 m³ Bodenmassen in Bewegung kamen.



Abb. 2.

Rutschung in einer Einschnittböschung.

In Strecken, in denen die Grundmasse mit größeren, weniger zertrümmerten Felsmassen durchsetzt ist, treten Rutschungen seltener und in kleineren Ausmaßen auf als an jenen Stellen, denen solche stützende natürliche Pfeiler fehlen und die Gesteinseinlagerungen völlig wurzellos in der sie umgebenden Masse verteilt sind. Je nachdem die zahlreichen Bahneinschnitte der Strecke vollkommen in der Zone der bunten Bresche verlaufen, oder ob sie sich bis in den Sockel des Grundgebirges des weißen Jura hineinfurchen, ist die Gefährdung der Gleise und damit die Art ihrer Sicherung verschieden. Im ersten Falle werden TE und Hangverbauungen notwendig, während im zweiten Falle Verbauungen allein unter Benutzung der Bahngräben als Vorfluter für ihre Entwässerung genügen.

Da die Dämme durchweg aus dem Abtrag der anstoßenden Einschnitte geschüttet wurden, sind auch dort die schlechten Bodenverhältnisse mit Wassersäcken und Schlammnestern wie in den Einschnitten zu finden. Als weitere Ursache der Rutschung kommt hier aber hinzu, daß schon beim Bahnbau die ersten Setzungen durch Auffüllen mit Kies und Schlacke ausgeglichen wurden. Dieses durchlässige Material hat sich nunmehr muldenförmig in den Letten der ursprünglichen Dammschüttung eingedrückt und bildet Wassersäcke, die nachweislich bis zu 8 m unter S.O. hinabreichen.

2. Ausführung der Verbauungen.

Die wirtschaftlichste Art der Verbauung ist dann gegeben, wenn man die Baumaßnahme erst vornimmt, wenn eine Rutschung tatsächlich eingetreten ist, um somit in der Lage zu sein, die genaue Örtlichkeit und den Umfang der Bodenbewegungen einwandfrei festzustellen. Im Hinblick auf die großen Nachteile von Betriebsstörungen einer stark belasteten Strecke durch plötzliche Verlagerungen oder Unterhöhlung der Gleise erscheint es jedoch geboten und auch wirtschaftlich vertretbar, durch Aufwendung größerer Mittel Vorbeugungsmaßnahmen gegen zu erwartende Rutschungen zu treffen, um damit diese Gefahren zu bannen oder mindestens stark abzuschwächen. Die Stellen, an denen in absehbarer Zeit größere Rutschungen zu befürchten sind, zeichnen sich meistens durch kleinere Abrisse in der Böschung und Verdrückungen der Planie sowie vor allem auf Dämmen durch schlechte Gleislage aus. Als wirksame Vorbeugungsmaßnahme hat sich die Verbauung der Dämme und der Einschnittböschungen durch Sickerschlitze bewährt. Wo schalenartige Rutschungen zu befürchten oder bereits eingetreten sind, werden an Stelle der Sickerschlitze Faschinenverbauungen angewandt

¹⁾ Dr. M. Schuster, „Das Nördlinger Ries“ (aus Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh., München 1927).

(Abb. 3, Fig. 1 u. 2). Weiterhin wird durch Planieren der Böschungen und Herstellung einer wasserabweisenden Rasendecke für einen zügigen Wasserablauf über die Böschungen (hauptsächlich der Dämme) gesorgt und damit das Niederschlagwasser vom weiteren Eindringen in das Damminnere abgehalten.

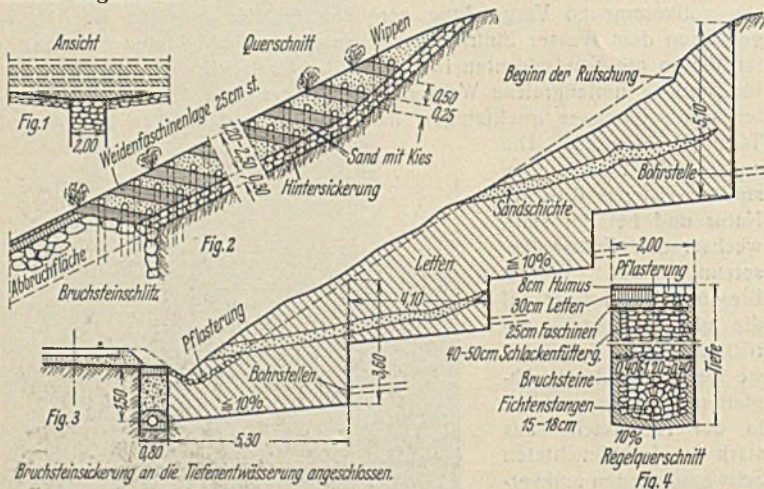


Abb. 3. Regelpläne für Faschinenverbauung und Sickerschlitz.

a) Sickerschlitz.

Der Zweck der Sickerschlitz, die Verhinderung von Rutschungen, wird durch ihre doppelte Wirkungsweise erreicht; das ist die Austrocknung des Bodens durch Entwässerung und Belüftung und die Aussteifung der Dämme und Einschnittböschungen durch die stützenden Füllkörper. Während das Austrocknen des Bodens sehr langsam vor sich geht und infolgedessen das hiermit verfolgte Ziel der Standhaftmachung des rutschgefährlichen Erdreichs erst nach geraumer Zeit vollends wirksam wird, übernimmt der starre Sickerkörper nach seinem Einbau als primäre Aufgabe sofort die Stützung der durch Rutschung gefährdeten Dämme und Einschnittböschungen.

Sickerschlitz sind lange, schmale und tiefe, senkrecht zur Gleisachse verlaufende Ausschachtungen in Dämmen und Einschnittböschungen, deren rutschgefährlicher Aushub durch einen Sickerkörper aus Schlacke und Bruchsteinen unter gewissen Vorkehrungen für einen guten Wasserablauf ersetzt wird. Die Anordnung von schmälere, vom senkrecht verlaufenden Sickerkörper schräg nach oben abzweigenden sogenannten Fangschlitzen ist nicht empfehlenswert. Durch möglicherweise auftretende kleinere Nachsenkungen können diese Entwässerungen verlagert bzw. vom Hauptteil getrennt werden und entwickeln sich somit, ihrer Wasserableitung beraubt, zu den denkbar geeignetsten Räumen zur Wassersackbildung, die wiederum zu neuen Rutschungen Anlaß geben. Abb. 4 zeigt die offene Baugrube eines Sickerschlitzes in einem auf seine 2,5fache ursprüngliche Sohlenbreite ausgelaufenen Damme (Schlitzlänge 80 m; Breite 2 m; größte Tiefe 8 m). Fig. 3 u. 4 in Abb. 3 stellen einen Regelquerschnitt und die Anordnung eines Bruchsteinsickerschlitzes im Bahneinschnitt mit Anschluß an die TE dar. Bei der Freilegung der Baugrube zur Erstellung dieser Verbauung sind zwei hangende Sandschichten in der eingezeichneten Lage festgestellt worden, die durch Wasseransammlung und Durchfeuchtung der darunterliegenden Lettenschicht den Anlaß zum Beginn der Bodenbewegung darstellten und auch nach einiger Zeit wohl eine vollkommene Abrutschung ausgelöst hätten.



Abb. 4. Offene Baugrube eines 80 m langen Sickerschlitzes.

Ausmaße der Sickerschlitz.

Die Länge der Schlitz ist bedingt durch die Ausdehnung der auf eine Rutschung hindeutenden, bereits erwähnten Anzeichen von Abrissen und Verdrückungen in

den Böschungen. Die Tiefe muß so groß sein, daß die Wassersäcke an ihrer untersten Stelle angeschnitten werden und das Wasser ablaufen kann. Die Breite ist eine Frage der Wirtschaftlichkeit, der Standsicherheit des Sickerkörpers und der praktischen Durchführung der Ausschachtung der Baugrube. Wenngleich die Entwässerungswirkung bereits bei 60 cm Breite gewährleistet ist, so darf mit Rücksicht auf die Gefahr der Zerstörung durch Verlagerung solcher Schlitz infolge von Nachrutschungen, wie die Erfahrung gezeigt hat, diese nicht unter 1,40 m ausgeführt werden. In druckhaftem Boden ist bei Abteufungen über 2,5 m wegen zu großer Beengung in der Baugrube durch starke Verbolzung und den Einbau von Zwischenbühnen zur Förderung des Aushubes die Breite der Schlitz mit 2 m herzustellen. Über dieses Maß braucht man im allgemeinen nicht zu gehen; es sei denn, daß es sich um besonders lange Schlitz in sehr beweglichem Boden in steilen Böschungen handelt. Abb. 5 zeigt einen in Ausführung befindlichen Sickerschlitz in einer durch frühere Rutschungen stark verflachten Einschnittböschung.

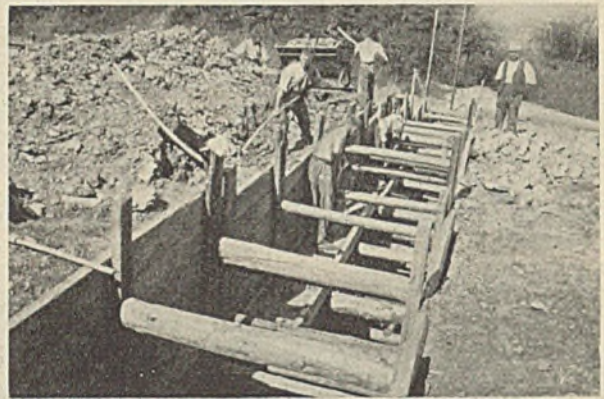


Abb. 5. Stark ausgesteifte Baugrube eines Sickerschlitzes in sehr druckhaftem Boden.

Die Bohlen sind 7 cm und die Verstreben nicht unter 15 cm dick. Auf eine Dielenlänge von 4,5 m treffen drei Bolzen. Die Sohle der Schlitz wird stufenförmig und zur Vermeidung von Bewegungen der Füllmasse mit Neigungen nicht über 10% ausgebildet. Die Entwässerungswirkung wird durch Bohrlöcher erweitert, die von der Stirn der Stufen aus vorgetrieben und mit Dränrohren ausgelegt werden (Abb. 3, Fig. 3).

Bauweise der Sickerschlitz.

a) Schlackenfüllung. Zur Abführung des Sickerwassers werden auf der Baugrubensohle Lagen aus ein bis zwei Dränrohren, Durchmesser 8 cm, ausgelegt, die bei schlechtem Untergrunde zur Vermeidung von Verschlämzung auf Faschinen oder Latten verlegt und mit diesen durch Draht verbunden werden. Die Schlacken sind beim Einfüllen gut zu stampfen. Die Sickerungen, vor allem solche mit Schlackenfüllung, müssen gegen das Eindringen von Tagwasser gut abgedeckt werden. Dieser Maßnahme muß um so größere Beachtung geschenkt werden, je mehr die Möglichkeit besteht, daß der erstellte Schlitz zur Abflurrinne für die Wassermengen eines kleineren oder größeren Niederschlagsgebietes werden könnte. Nach dem Setzen der Schlacke wird der Schlitz daher mit einer dichten wasserabweisenden Decke versehen. Diese besteht aus einer untersten 20 cm dicken Lage aus unbrauchbarem, mit der Humusseite nach oben liegendem Rasen und einer darüber aufgebrauchten 8 cm hohen Humusschicht, die angesät oder mit Flachrasen abgedeckt wird.

Die Schlackenfüllung stellt infolge ihrer Ungebundenheit keine Stützung der Böschung dar. Sie erfüllt als Sickerkörper lediglich den Zweck der Austrocknung des Bodens. Aus diesem Grunde sind reine Schlackensickerschlitz nur bei kleinen Längen oder nur dort anwendbar, wo die Aufgabe der Aussteifung der Böschung etwa durch im Hang auftretende, in der Grundmasse tiefer verwurzelte Jurasschollen übernommen wird. Das Einbringen der Schlackenfüllung ist einfacher und billiger als der Einbau von Steinpackungen. Vermöge seines feinkörnigen Gefüges und durch das Einstampfen füllt der Sickerkörper den Schlitz satt aus, so daß nach Entfernung der Baugrubenaussteifung Bodenbewegungen in den benachbarten Böschungsteilen aus Anlaß schlechter Baugrubenfüllung nicht eintreten können. Hierin liegt ein gewisser Vorteil der Schlackenfüllung gegenüber anderen Bauweisen, wenn diese nicht mit der erforderlichen Sorgfalt ausgeführt werden, der, wenn eine Aussteifung der Böschung nicht nötig erscheint, dazu führt, der Schlackenfüllung den Vorzug zu geben.

b) Bruchsteinfüllung. Da, wie die Erfahrung gezeigt hat, in den weitaus meisten Fällen auf die stützende Wirkung der Verbauung nicht verzichtet werden kann, wird die Bruchsteinpackung als gebundener, in

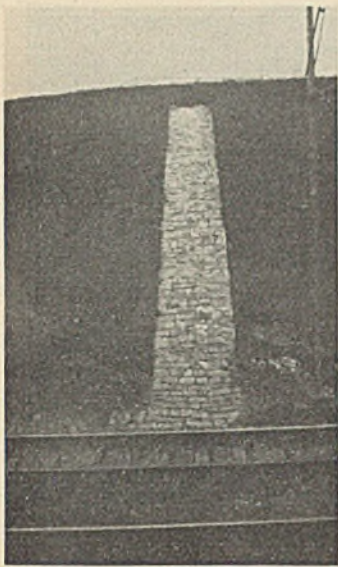


Abb. 6. Abgepflasterter Bruchsteinsickerschlitz in der Einschnittböschung.

Bei kurzen Schlitzten und vor allem dort, wo ein seitlicher Oberflächenwasserzufluß ausgeschlossen ist, wird der Schlitz durch eine eng gesetzte Bruchsteinpflasterung abgedeckt. Dies hat den Vorteil, daß der sichtbare Schlitz in seinem Bestande besser überwacht werden kann und die Wirkung der Austrocknung des Bodens durch kräftigere Durchlüftung gefördert wird. An Stellen, wo die Geländeverhältnisse ungünstiger liegen und bei längeren Schlitzten wird deren Oberfläche vollkommen wasserdicht mit Faschinen-, Letten- und Humuslagen abgeschlossen. Abb. 6 zeigt einen ausgeführten, mit Oberflächenpflasterung versehenen Bruchsteinsickerschlitz kleineren Ausmaßes.

b) Faschinenverbauung.

Wo sich die Bodenmassen schalenartig in dünneren Schichten und in größeren Flächen von den Böschungen ablösen, muß eine flächenhafte Befestigung durch Faschinenbauten angewandt werden (Abb. 3, Fig. 1 u. 2). Die in Bewegung geratenen Erdmassen werden bis zu der sich ausgebildeten Abrutschfläche entfernt und die so entstandenen Mulden in der Böschung durch den Faschinenbau wieder versetzt. Die Verbauung erfüllt ebenfalls zwei Aufgaben: nämlich die Entwässerung des Hanges und seine Verfestigung durch Sicherung der unmittelbar betroffenen Rutschstellen sowie durch Abstützung der oberhalb des Baues gelegenen bisher noch nicht in Bewegung gekommenen Böschungsteile.



Abb. 7. Faschinenverbauung.

Die Anlage besteht aus wachsfähigen Weidenfaschinenlagen mit Zwischenfeldern, in die neben Sand und Kies auch das Abrutschmaterial mit eingebaut werden kann. Letzteres ist besonders wichtig, da dessen Anplanierung nirgends erwünscht ist. Mittels Fichtenpflocken, die gegen Abfaulen anzukohlen sind, und Wippen werden die Faschinenlagen festgenagelt und dem ganzen Bau ein guter Zusammenhalt gegeben. Die Unterlage der Einbauten bildet eine Hintersickerung aus Kalkbruchsteinen, die die Aufgabe hat, die ursprüngliche Rutschfläche gut zu entwässern, den Boden auszutrocknen und den ganzen Bau gegen Verfaulen der Faschinen zu durchlüften. Das in der Sickerung des Faschinenbaues zusammenlaufende Wasser wird je nach Lage des Baues in der Böschung

sich ausgesteifter Sickerkörper am häufigsten angewandt. Hierbei handelt es sich nicht um reine Steinfüllungen, sondern um eine Art kombinierte Bauweise unter Verwendung von Schlacken und Steinen (Abb. 3, Fig. 4). Den großen Kern des Querschnittes bildet eine Bruchsteinpackung, die zur Geringhaltung der Hohlräume gegen Nachsetzen und zur Stützung der Böschung gut geschichtet werden muß. Zur Vermeidung von Verschlämzung der Kalkbruchsteinfüllung durch Einpressen weicher Lettenmassen und zur möglichst satten Ausfüllung der Grube gegen das Auftreten von Bodenbewegungen werden die Seitenwände und die Sohle des Schlitzes mit Schlacken ausgefüllt. Der Abflußquerschnitt für das Sickerwasser wird durch drei auf einer Bruchsteinsohle liegende Fichtenstangen, die mit Steinen gewölbeartig umsetzt werden, sichergestellt. Zur Abdeckung der Oberfläche werden hier zwei Ausführungsarten angewandt.

in kürzeren oder längeren Bruchsteinsickerschlitzten, die in größeren Abständen am Fuße der Faschinenverbauung angeordnet werden, in die Tiefenentwässerung abgeleitet.

Bei der Verbauung großer Rutschungen werden Sickerschlitzte und Faschinenbauten gemeinsam angewandt in der Weise, daß die ersteren die Stützung der Böschung, den Abfluß der Wassersäcke und die Durchlüftung des Bodens übernehmen und durch die letzteren die Zwischenfelder befestigt und entwässert werden. Abb. 7 zeigt einen ausgeführten Faschinenbau, dessen Weiden durch ihr gutes Wachstum den Hang weiter verfestigen. Der obere Beginn der Hintersickerung und die Felder der Erdanschüttung sind gut erkennbar.

Die Kosten je m³ Bruchsteinverbauung eines mittelgroßen Schlitzes mit 300 m³ Rauminhalt betragen:

Baustelleneinrichtung	0,50 RM
Löhne: Ausschachtung, Herstellen des Sickerkörpers einschl. Abdeckung der Oberfläche, teilweise Aufladen des Aushubes auf Bahnwagen und Abladen in Füllgruben. 16 Arbeitsstunden einschl. Abschreibung der Baugrubenabsteifung und Unternehmervergewinn	10,10 "
Material: Fichtenstangen, Faschinen, Dränrohre, Bruchsteine	2,70 "
Sicherheitsposten und Arbeitszüge	3,50 "
zus. je m ³ Verbauung <u>16,80 RM</u>	

Bei Ausführung in reiner Schlackenfüllung ergibt sich für die fertige Verbauung ein Kubikmeterpreis von 14,30 RM.

Die Kosten der Faschinenverbauung schwanken je nach der Stärke der Bauten und dem Ausmaß der ausgeführten Hintersickerung. Bei einer Stärke von 1,50 m mit 30 cm starker Hintersickerung ohne anschließenden Sickerschlitz belaufen sich die Kosten auf 10,50 RM/m³ Verbauung.

II. Tiefenentwässerungen (TE).

Grundbedingung für eine sichere und beständige Gleislage ist ein trockener fester Unterbau. Je mehr dieser Erdkörper Bodenarten enthält, die aus leutigem und tonigem Material bestehen, um so mehr Wert muß auf dessen vorzügliche Entwässerung gelegt werden. Die bunte Bresche stellt den denkbar ungeeignetsten Untergrund dar. Grundwasser im Innern, hauptsächlich aus seitlichem Zulauf herrührend, sowie das schlecht versickerbare Niederschlagswasser welchen den Unterbau auf, und die saugende und pumpende Wirkung der Verkehrslast treibt infolge der großen Kapillarität der tonigen Massen Feuchtigkeit und Schlamm unaufhörlich in den Gleiskörper.

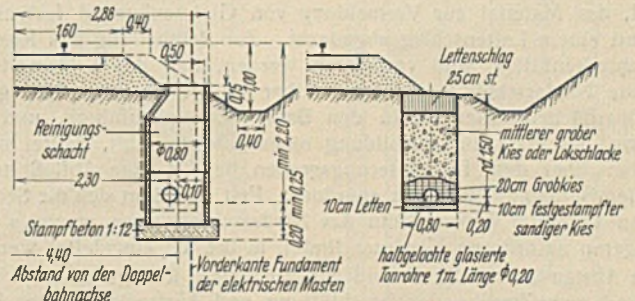


Abb. 8. Regelplan für Tiefenentwässerungen.

Stärkere Bruchsteinunterpackungen des Schotterbettes sind in kurzer Zeit von den schlammigen Massen durchdrungen worden, und auch der Einbau bituminöser Decken hat allein nicht zu nachhaltigem Erfolg geführt. Günstigere Erfahrungen, die man mit in früheren Jahren ausgeführten TE gemacht hat, gaben Veranlassung, diese Baumaßnahmen in verstärkter Form und in größerem Umfange zur Sicherung der Gleislage anlässlich der höheren Beanspruchungen des Unterbaues durch den elektrischen Betrieb anzuwenden. An Stelle der früheren Mittellage der Entwässerungen wurden neuerdings zu beiden Seiten der Doppelbahn tief liegende Entwässerungen zur erheblichen Absenkung des Grundwasserstandes bzw. zur Entleerung der Wassersäcke und zur wirksamen Durchlüftung des gesamten unter den Gleisen liegenden Erdkörpers angeordnet. Diese Wirkung wird unterstützt durch sogenannte Kronenschlitzte, die mit unsortiertem Kies ausgefüllt werden und an besonders schlechten Stellen im Gleis (Druckstellen) mit Anschluß an die TE einzubauen sind. Abb. 8 zeigt den Regelplan für die Anordnung der TE.

Um einen intensiven Wasserentzug und damit eine Austrocknung des Unterbaues zu erzielen, wurden die beiderseitigen Entwässerungsleitungen so weit an den Gleiskörper herangerückt, wie es die Ausführung der Arbeiten unter Aufrechterhaltung des uneingeschränkten Betriebes und die zweckmäßige Ausbildung und Anordnung der Reinigungsschächte gestattete. Die Leitungen, die in der Gleisneigung oder bei Gegengefällen mindestens im Gefälle von 0,3 ‰ liegen, bestehen aus 1 m langen halbgelochten glasierten Tonrohren, Durchm. 20 cm, mit Muffen und sind in einer Tiefe von mindestens 2,20 m unter Gleisoberkante angeordnet.

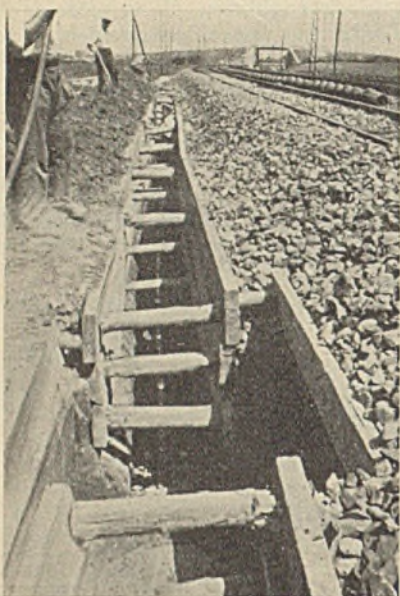


Abb. 9. Rohrgraben zur Herstellung einer Tiefenentwässerung.

lage für das Rohr herzustellen. Ein derartiger Abschluß des Grabens nach unten ist notwendig, um zu vermeiden, daß das nicht in das Rohr gelangende Wasser dessen Auflager durch Weitersickern unterhöhlt, eine Verlagerung der Leitung bewirkt oder sonstwie unkontrollierbar zu späterem Schaden versetzt. Das Rohr selbst wird sodann, auf dem Lettenband aufliegend, bis zu seiner halben Höhe in festgestampften sandigen Kies verlegt. Diese etwa 10 cm dicke Zwischenlage hat die Aufgabe, den darüberliegenden Grobkies vom Letten zu trennen, da sonst dieser beim Aufweichen durch Wasser in die Hohlräume des Grobkieses eindringt und mit der Zeit diesen Filter vollkommen verschlammmt, was neben einer möglichen Verlagerung der Rohre vor allem eine Versetzung der Wassereintrittsöffnungen nach sich zieht. Dadurch würde der rasche Wasserablauf gehemmt, der Grundwasserspiegel beträchtlich gehoben und die erstrebte Austrocknung des Unterbaukörpers in Frage gestellt.

Der Rohrgraben wird mit Lockschlacke oder unsortiertem Kies ausgefüllt, das Material zur Vermeidung von Gleissenkungen festgestampft und mit einem Lettenschlag abgedeckt. Zur Reinhaltung des Kies- oder Lockschlackenfilters muß vermieden werden, daß das Schlammteilchen führende Niederschlagwasser unmittelbar in die Entwässerung gelangt. Das Oberflächenwasser ist in den Bahngräben abzuführen, und selbst dort, wo der Platz zur Ausbildung eines solchen fehlt, sollte man unmittelbar über dem Entwässerungsgraben der TE eine Abflußrinne aus schmalen Betonmuldensteinen anordnen. Erst nachdem sich die Schlammteilchen abgesetzt haben, kann das Niederschlagwasser, wenn es keinen günstigeren natürlichen Vorfluter findet, in die TE eingeleitet werden.

In Abständen von 25 m sind zur Nachschau, Reinigung, als Schlammfang und zum Zwecke der Durchlüftung und Austrocknung des Bodens Schächte angeordnet, und zwar abwechselnd mit Durchm. 80 und 50 cm, so daß alle 50 m ein besteigbarer Reinigungsschacht zu liegen kommt.

Abb. 9 zeigt einen offenen mit 7 cm dicken Dielen verschalteten und stark abgeholzten Rohrgraben. Im Vordergrund ist die Baugrubenerweiterung zur Anordnung eines Schachtes sichtbar. Zur Vermeidung von Verdrückungen und Bodenbewegungen, die bei schlechtem Untergrunde und der Gleisnähe bei länger offenstehenden Baugruben auftreten, soll die Baustelle des vollkommen ausgeschichteten Grabens nicht wesentlich mehr als 25 m betragen. Bei richtiger Arbeitseinteilung und laufender Bereitstellung der Bauzüge kann es erreicht werden, daß der jeweils verlegte Rohrstrang jeden Tag eingefüllt wird.

Bauzeit: Zur Herstellung von 1 lfdm Entwässerung werden bei den erwähnten Bodenverhältnissen rd. 8 Arbeitsstunden + 8% Zuschlag für Aushub und Versetzen der Schächte benötigt. Mit einem Arbeitstrupp von 27 Mann werden somit je Tag rd. 25 lfdm flx und fertig hergestellt. Abb. 10 u. 11 zeigen die Anlage der TE am Gleiskörper und den Auslauf einer TE, die nach dem trockenen Sommer 1934 stetig 0,3 sl = 26 m³/Tag liefert.

Baukosten für 1 lfdm TE:

Baustelleneinrichtung	0,30 RM,
Aushub von lettig feuchtem Material (20% Fels)	5,15 "
Rohrverlegen mit Muffendichtung und Verfüllen des Grabens	1,65 "
Rohrkosten, Teerstrickdichtung einschließlich Fracht	4,20 "
Füllmaterial einschließlich Fracht	3,80 "
Schachtanteil	1,30 "
Sicherheitsposten und Arbeitszüge	1,60 "

zusammen je lfdm TE: 18,00 RM.



Abb. 10. Reinigungschächte einer TE, die im Abstände von 25 m angeordnet sind.



Abb. 11. Auslauf einer TE am Ende des Bahneinschnittes.

III. Ausmauerung der Felseinschnitte.

Etwa 7 bis 8 km vor Treuchtlingen tritt die Bahnlinie in ein Gebiet über, das nicht mehr zu den von den Rieserscheinungen betroffenen Gegenden gehört. Hier stehen in den Einschnitten Schichtenkalke des weißen Jura im allgemeinen in ziemlich starken Bänken an. Das Gestein ist jedoch mit zahllosen Rissen und Spalten durchzogen, die dem Niederschlagwasser Eintritt in das Innere gewähren und als Ausgangspunkt für die Sprengwirkung des Frostes einen verhältnismäßig raschen Zerfall bewirken. Auffallend ist die Durchsetzung der Gesteinsmassen mit Letten-lasen, die die Bänke vielfach der Tiefe nach unterteilen und somit ihrer festen Verbindung mit dem Gebirgsgrundstock berauben. Mehrfach werden die waagerechten bis schwach geneigten Lagen in senkrechten Spalten verworfen oder durch stark geneigte Juraschichten mit einem Einfallen gegen den Bahneinschnitt unterbrochen. Alle diese auf Überschiebung, Abrutschung und Zertrümmerungsvorgänge zurückzuführenden Erscheinungen wirken sich auf den Bestand der Einschnittböschungen äußerst nachteilig

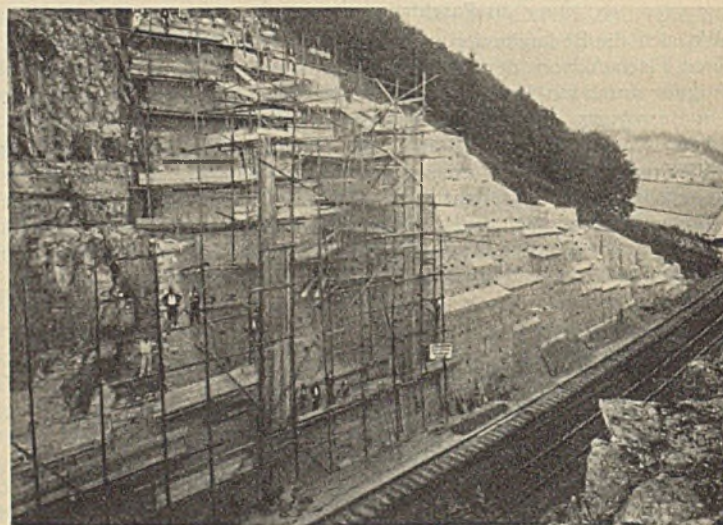


Abb. 12. Felsausmauerung (links stark verwitterte Felsteile).

aus. Die rasch fortschreitende Verwitterung an der Oberfläche, unterstützt durch zahlreiche Zertrümmerungstellen, herrührend von der Verwendung hochbrisanter Sprengstoffe beim Bahnbau sowie die unaufhaltsam vor sich gehende Lockerung ganzer Felspartien durch die Frostwirkung in den erwähnten Spalten zwangen bisher zu dauernden Unterhaltungsarbeiten zur Sicherung der Einschnitte.

Um auch diese Arbeiten, deren Durchführung während des elektrischen Betriebes mit höheren Unkosten und Gefahren verbunden sein wird, vor der Elektrisierung zu einem gewissen Abschluß zu bringen, sind auch hier wie bei den eingangs beschriebenen Bauausführungen umfangreiche, den Zerstörungen vorgreifende Sicherungsmaßnahmen getroffen worden. Abb. 12 u. 13 zeigen solche Felsvermauerungen, deren größte Höhe 26 m über dem Gleis erreicht.

Die Verkleidung besteht teils aus Beton zur Herstellung der Sockel bzw. zur Ummantelung weniger zerklüfteter Partien und in überwiegenderem Umfange aus Granitbruchsteinen. Das Mauerwerk hat eine Dicke von durchschnittlich 60 cm (min. 40, max. 120 cm) und besteht aus 40 bis 50 cm Granitverkleidung mit Kalkbruchsteinhinterpackung, deren Material beim Abräumen der Wände gewonnen wurde. Bevor die Fels-

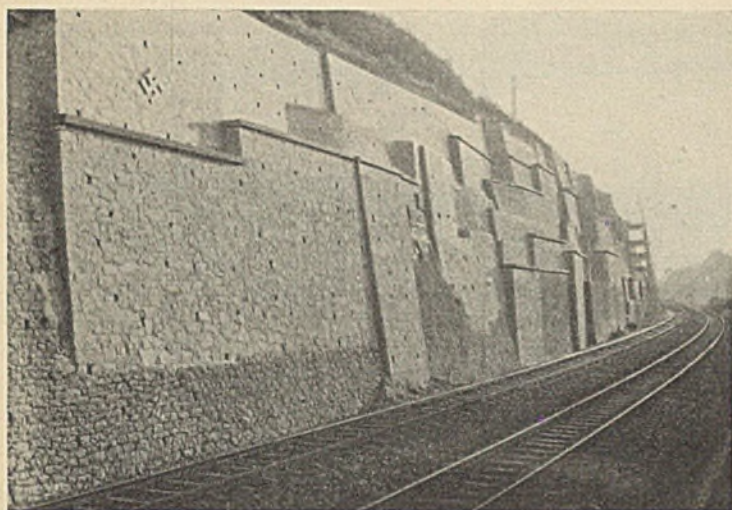


Abb. 13. Felsausmauerung.

Felsmassen gewährleistet war. Durch zahlreiche Aussparungen an der Oberfläche und Rinnenausbildung im Mauerinnern wurde für einen einwandfreien, unschädlichen Austritt des an anderer Stelle in das Massiv eindringenden und in den Spalten sich ansammelnden Wassers Sorge getragen. Der obere Abschluß der Mauer ist als Geröllfang zur Aufnahme der Verwitterungsprodukte höher und weiter zurückliegender nicht mehr verkleideter Felsen ausgebildet. Die sich ganz natürlich an die Felswände anschließenden Vermauerungen zeigen mit ihren Verschneidungen, Absätzen und Vorsprüngen ein recht belebendes Bild.

Baukosten: Die Höhe der Kosten wird wegen der Erstellung der Arbeitsgerüste und des mit der Höhe zunehmenden Aufwandes für den Materialtransport und der größeren Leerläufe der Arbeitsleistung wesentlich von der Einbauhöhe beeinflusst.

Löhne: bis zu einer Bauhöhe von	5,	10,	15,	20,	25 m	
		9,	11,50,	14,50,	18,	22 RM,
Baustoffe: Granitbruchsteine, Sand, Kies, Zement, Kalk . . .	4 . . .					
Frachten und Arbeitszüge	5 . . .					
Somit Gesamtkosten je m ² Vermauerung (durchschnittlich	60 cm dick) je nach Einbauhöhe					
	18 bis 31 . . .					

Mit diesen Baumaßnahmen, die in ihrem Gesamtumfange eine beachtenswerte Arbeitsbeschaffung darstellten, sind auf dieser bisher durch Hang- und Dammrutschungen stark gefährdeten Strecke die Vorbedingungen für die künftige Einrichtung eines mit erhöhten Geschwindigkeiten durchzuführenden Betriebes geschaffen worden: eine sichere, feste Gleislage.

wände den gegen künftige Verwitterung schützenden Mantel erhielten, wurden diese von aufgefrorenen und zerklüfteten Teilen soweit befreit, daß ein satter Anschluß des Mauerwerks an größere zusammenhängende

Alle Rechte vorbehalten.

Der Elbdurchstich „Kurzer Wurf“.

Von Regierungsbaurat E. Tode, Dessau.

(Schluß aus Heft 5.)

Auf 200 m Länge wurde die Böschung des Deckwerks unterhalb der Pflasterpfahlreihe versuchsweise nicht allein mit einer 30 cm hohen Schüttsteinlage abgedeckt, sondern es wurde zunächst eine 20 cm dicke Schotterschicht (Korngröße 2 bis 6 cm) und auf diese die Schüttsteinlage (Korngröße 10 bis 25 cm) aufgebracht. Durch diese filterartige Anordnung sollte festgestellt werden, ob die Böschungen des aus feinem Kiessand hergestellten Deckwerks unterhalb der Pflasterpfahlreihe weniger Unterhaltungskosten verursachen als die Böschungen, die nur einen Schüttsteinbewurf erhalten hatten. Es handelte sich also um die Verhütung der gleichen Schäden an den Böschungen, denen beim Deckwerk vor der Schlangengrube durch das Verlegen von Buschmatten in der Flußsohle begegnet wurde. Die Anordnung des Filters konnte natürlich nur Zweck haben, wenn es gelang, den Schotter gleichmäßig einzubringen. Zur Verteilung des Schotters wurde daher eine Schotterverteilungsanlage benutzt, wie sie vorher schon zu einem ähnlichen Zwecke von der Firma Stemer & Müller, Bremen, im Auftrage des Kanalbauamtes Magdeburg verwendet worden war (Abb. 14 u. 15). Die auf einem Prahm aufgebaute Schotterverteilungsanlage bestand aus zwei Förderbändern und einem Ausleger. Förderband I förderte den Schotter aus einem längsseits liegenden Kahn. Je nach der Tauchtiefe des Schotterkahnes konnte es durch einen Seilzug flacher oder steiler geneigt eingestellt werden. Die stärkste

Neigung war von der Reibung zwischen dem Band und dem darauf liegenden Schotter abhängig. Der Schotter fiel auf das Förderband II, das waagrecht über dem Ausleger lief. Durch eine Eisenkonstruktion war es starr an dem Prahm angeschlossen. Der Schotter wurde durch einen auf dem Förderbande II beweglich angeordneten Abstreicher in der Längsrichtung auf dem Ausleger verteilt. Eine vollkommen gleichmäßige Verteilung des Schotters über die ganze Breite des Auslegers wurde dadurch erzielt, daß der Ausleger durch eine Seilübertragung unter dem Förder-

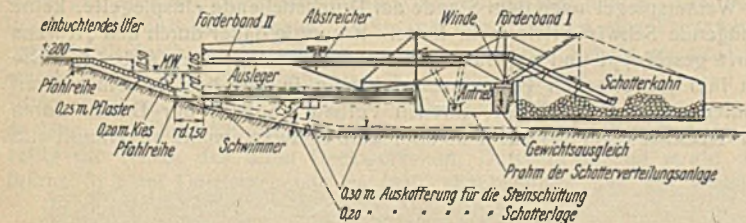
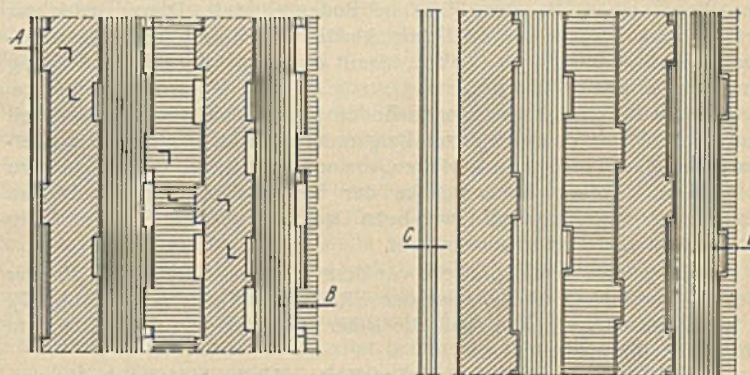


Abb. 14. Skizze der Schotterverteilungsanlage.



Klappen geschlossen.

Klappen um 180° gedreht.

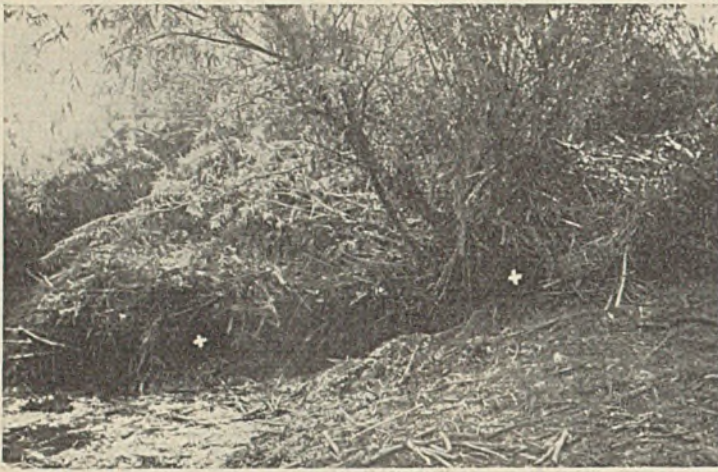
Abb. 16. Anordnung der Klappen im Ausleger der Schotterverteilungsanlage.



Abb. 15. Schotterverteilungsanlage im Betrieb.

band längs der Bordwand verschoben werden konnte. Der Ausleger wurde am äußeren Ende durch Schwimmer aus Fässern gestützt. Er hatte die Form eines flachen Kastens mit einer Grundfläche von 10 m Länge und 2,5 m Breite sowie einer Seitenhöhe von 20 cm. Sein Boden bestand aus 15 cm breiten, querliegenden Klappen, die dachziegelartig übereinandergriffen und je auf einer Welle befestigt waren. Die letzte Klappe am äußeren Ende des Auslegers lag auf einem Winkeleisen, das durch einen Hebelzug umgelegt werden konnte, so daß diese Klappe umkippte und die anderen Klappen nacheinander folgen mußten. Die Wellen der einzelnen Klappen wurden dann durch eine Einrückvorrichtung zwangsläufig miteinander verbunden und durch eine Rückwärtsdrehung um 270° wieder in die alte Lage zurückgebracht. Die Klappen wurden also bei jedem Arbeitsvorgang um 360° gedreht. Um diese Drehung ausführen zu können, waren sie in der aus Abb. 16 ersichtlichen Form mit Vorsprüngen und Aussparungen ausgebildet. Der Ausleger und die Abstreicher wurden von Hand bedient, während die Förderbänder durch einen Rohölmotor von 5 PS angetrieben wurden.

Infolge der Schwimmauflagerung konnte der Ausleger nicht die ganze Böschungsbreite bis zur Pfahlreihe bestreichen. Ein entsprechender Umbau



+ Einfahrtröhren.

Abb. 17. Freigelegte Biberburg.

mußte wegen Zeitmangels unterbleiben. Der Schotter wurde daher auf dem freibleibenden Streifen von Hand verteilt. Damit aber die Verteilung des so eingebrachten Schotters nach Möglichkeit auch vollkommen gleichmäßig war, wurde der Schotter aus dem Kahn auf einen mit Bohlen abgedeckten kleineren Prahm umgeladen und von diesem unter allmählichem Vorziehen eingebracht. Durch Nachpeilungen wurde festgestellt, daß der Schotter überall sehr gleichmäßig verteilt lag, obgleich er teilweise bis zu 2 m durch das strömende Wasser durchfallen mußte.

Die Baggerarbeiten im Durchstich wurden nur so weit getrieben, daß am Durchstichanfang ein Dammkern von etwa 75 m Kronenbreite stehenblieb. Dieser Damm sollte als Schutz gegen Eis und Hochwasser im Winter 1933/34 dienen. Die Ausbaggerung bis zur planmäßigen Sohle geschah am rechten Ufer in solcher Breite, daß nach Öffnen des Durchstiches der Schiffsverkehr einschiffig durchgeleitet werden konnte. Am linken Ufer wurde der Boden nur so tief fortgenommen, daß die Uferbefestigung bis zur unteren Pfahlreihe vollkommen fertiggestellt werden konnte, einschließlich einer 1,5 bis 2 m breiten Schüttsteinvorlage zur Sicherung der unteren Pfahlpfahlreihe. Es blieb also am linken Ufer eine Rippe stehen, die etwa 60000 m³ Boden enthält. Dieser Boden war für die im 4. Baujahr herzustellende Abdämmung des Elbe-Altarmes bestimmt und mußte liegen bleiben, damit eine doppelte Bodenbewegung vermieden wurde.

Der im Durchstich gewonnene Boden konnte nur zum kleineren Teil im Deckwerk vor dem Sieglitzer Berg untergebracht werden. Der überflüssige Boden wurde zum Verfüllen von umfangreichen, teilweise bis zu 12 m tiefen Kolken in der Nähe der Baustelle verwendet. Die so geschaffenen Flächen wurden wie beim Deckwerk vor dem Sieglitzer Berg mit Lupinen und Grassamen angesät.

Leider mußte dem Deckwerk vor dem Sieglitzer Berg ein befahrener Bau des unter Naturschutz stehenden Bibers zum Opfer fallen (Abb. 17). Es steht jedoch zu hoffen, daß die Biber sich später im Elbe-Altarm in größerer Zahl ansiedeln.

Dieser Elbe-Altarm wird auch in weitestem Umfang den Schaden ausgleichen, der der Fischerei durch das Zufüllen von Bühnenfeldern zugefügt werden mußte. Denn er bildet ein ideales Laich- und Aufzuchtgewässer für sämtliche Fischarten, so daß von hier aus der Fischbesatz der freien Elbe immer wieder aufgefüllt werden wird. Auch das Wasserwild, das



Abb. 18. Der Damm am Durchstichanfang.

durch den Ausbau der Gewässer allenthalben seine Brutstätten verliert, wird hier die besten Nistgelegenheiten finden.

4. Baujahr. Mit Beginn des Jahres 1934 wurden die Restarbeiten, d. h. die endgültige Öffnung des Durchstiches, der Verbau des Elbe-Altarmes, das Leitwerk am Durchstichende sowie die zur Fertigstellung des ganzen Bauvorhabens erforderlichen Nebenarbeiten in Angriff genommen. Diese Arbeiten erforderten die Innehaltung eines vorher genau festgelegten Arbeitsplanes, da zur Beibehaltung eines möglichst gleichbleibenden Abflußquerschnitts der Verbau entsprechend der Freilegung des Durchstiches vorgetrieben werden mußte. Ferner mußten die für die Regelung der Schifffahrt erforderlichen strompolizeilichen Anordnungen rechtzeitig getroffen und eine Schlepperhilfe für die ohne eigene Kraft talwärts treibenden Fahrzeuge bereitgestellt werden.

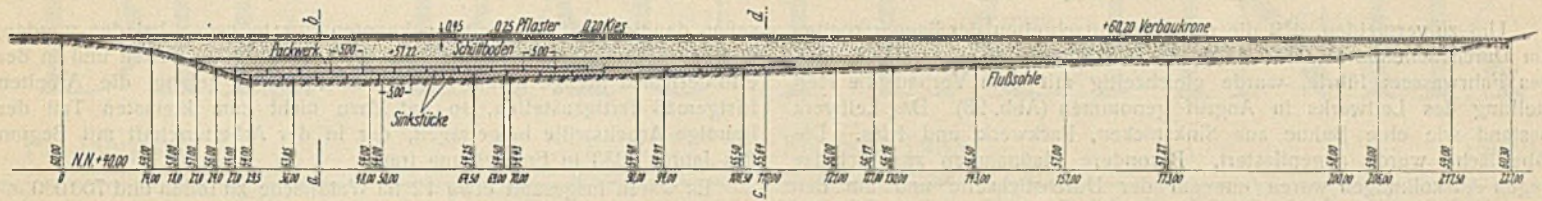
Zunächst wurden die Arbeiten nur in solchem Umfang durchgeführt, daß am Durchstichanfang immer noch ein Dammkern stehenblieb, solange ein Frühjahrshochwasser zu befürchten war. Nachdem diese Gefahr Anfang Mai nicht mehr bestand, wurden die Arbeiten in vollem Betriebe zweischichtig aufgenommen. Der im Trockenbetrieb gewonnene Boden wurde zur Auffüllung von Kolken und eines niedrigen Uferstreifens auf dem Mazwerder eingebaut. Der Schwimmbagger förderte zunächst soviel Boden, wie zum Vorziehen des linken Elbufer am Durchstichende erforderlich war. Auch sollten gleichzeitig die hier vorhandenen Übertiefen verfüllt werden. Während im allgemeinen die Übertiefen nur bis zu 2 m unter der Sollsohle verfüllt wurden, mußten sie an dieser Stelle bis zur planmäßigen Sohle verfüllt werden, weil der bisher am linken Ufer vorbeigehende Strom infolge des Durchstiches nach dem rechten Ufer verlegt wurde. Bei einer nicht genügend hohen Auffüllung dieser Übertiefen bestand die Gefahr, daß der Stromstrich auf dem linken Ufer liegenblieb, und daß dadurch falsche Übergänge entstanden. Zum Verfüllen der Übertiefen kam es aber noch nicht. Das dauernde Fallen des Elbwasserstandes brachte es mit sich, daß der Schwimmbagger im Durchstich, in dem sich der Wasserspiegel nach dem Stande am Durchstichende einspiegelte, keine genügende Schwimmtiefe mehr hatte. Er wurde daher durch den „Kurzen Wurf“ geschleppt und am Damm von oberstrom angesetzt (Abb. 18). Die von ihm gewonnenen Bodenmassen kamen in den bereits vom rechten Elbufer aus in Angriff genommenen Verbau. Sobald der Damm durch den Trockenbagger bis auf 1 m über dem Bauwasserstand abgeräumt und



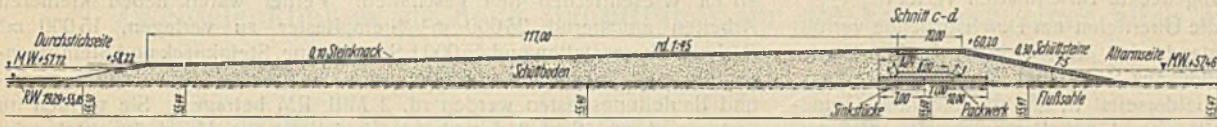
Abb. 19. Öffnen des Durchstiches durch einen Greifer.



Abb. 20. Wassereintritt in den Durchstich nach dem Öffnen.



Zu Abb. 21.



Zu Abb. 21.

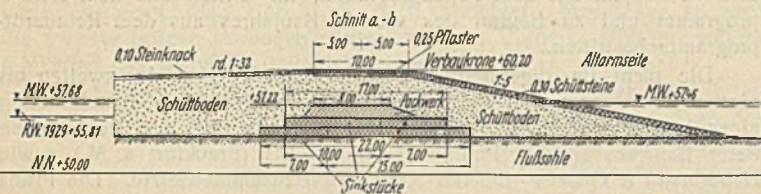


Abb. 21. Längs- und Querschnitt des Verbaues.

durch den Schwimmbagger bis auf eine Sohlenbreite von 15 m beseitigt war, wurden die Baggerbetriebe eingestellt. Die Dammbreite von 15 m sollte stehenbleiben, um zu vermeiden, daß das Wasser bei der Öffnung des Durchstiches zu schnell und mit zu großer Gewalt einströmte und starke Auskolkungen und Abbrüche am rechten Ufer hervorrief. Das rechte Ufer, an dem das planmäßige Profil bis zur Höhe des Dammes fertiggestellt war, war durch eine besondere Vorlage von Schüttsteinen gesichert worden, die gegebenenfalls nachstürzen und den Böschungsfuß halten sollten. Für das linke Ufer bestand keine Gefahr, da hier die Rippe stehengeblieben war und den besten Schutz bildete.

Nach Beendigung sämtlicher technischen und schiffahrtspolizeilichen Vorbereitungen wurde ein Greifbagger angesetzt, der durch den Damm von unterstrom nach oberstrom einen 5 m breiten Graben aushub (Abb. 19). Der Wasserstandsunterschied beiderseits des Dammes betrug 55 cm. Mit der Entfernung des letzten Bodens zwischen Elbe und Durchstich stürzte das Wasser durch den Graben in den Durchstich und riß so viel Boden mit, daß nach einer halben Stunde eine Öffnung von 10 m Breite vorhanden war (Abb. 20). Bei dem niedrigen Stande der Elbe ließ aber die mitreißende Kraft des Wassers bald nach. Daher wurde der Greifbagger, der nach der Herstellung des Grabens zurückgefahren war, wieder angesetzt. 3 Stunden nach Öffnung des Durchstiches konnte die Schifffahrt durch den „Kurzen Wurf“ wieder freigegeben werden. Obgleich einzelne Fahrzeuge durchkamen, zeigte sich aber, daß der ursprüngliche Plan, die Schifffahrt so lange durch den „Kurzen Wurf“ zu leiten, bis der Durchstich für einschifflichen Verkehr vollkommen freigelegt war, nicht durchgeführt werden konnte. Denn infolge der Öffnung des Durchstiches war das Wasser im „Kurzen Wurf“ um 10 cm gefallen und fiel mit der weiteren Freilegung des Durchstiches noch weiter ab. Der „Kurze Wurf“ war daher nicht mehr befahrbar, so daß eine vollkommene Schifffahrtstockung eintrat. Um diese in kürzester Zeit zu beheben, mußte mit allen Kräften eine Durchfahrtmöglichkeit durch den Durchstich geschaffen werden. Sobald als möglich, wurde daher der Schwimmbagger durch die Öffnung bugsiert und in Tätigkeit gesetzt. Mit Hilfe des Greifers und des Schwimmbaggers gelang es dann, eine Durchfahrtöffnung von solcher Breite herzustellen und gleichzeitig die Spitze des alten Deckwerks am Durchstichanfang sowie die Buhne St 2 am Durchstichende so weit abzubauen, daß der Verkehr

nach 6 Tagen Unterbrechung durch den Durchstich geleitet werden konnte. Von den fortgerissenen Bodenmassen hatte sich zwar im Durchstich eine Sandbarre

gebildet. Diese wurde aber durch den Strom allmählich so weit abgeflicht, daß sie kein Schifffahrtshindernis mehr bildete.

Im Anschluß an die Öffnung des Durchstiches wurde sofort an die profilgemäße Ausbaggerung der ganzen Durchstichbreite gegangen. Gleichzeitig wurde die Durchbauung des Elbe-Altarmes mit allen Mitteln gefördert (Abb. 21). Der nach der Durchstichseite mit einem Halbmesser von 205 m gewölbte Verbau hatte, in der Krone zwischen beiden Ufern gemessen, eine Gesamtlänge von 230 und, in der Sohle gemessen, eine Breite von 140 bis 180 m. Die Krone, deren Höhe auf Grund der wasser-technischen Untersuchungen auf NN + 60,20 m festgelegt worden war, erhielt eine Breite von 10 m. Der Kern des Verbaues bestand entsprechend der jeweiligen Wassertiefe aus ein bis zwei Sinkstücklagen und darüber in etwa 2 m Dicke aus Packwerk. Die Höhe des Packwerks lag 0,50 m unter MW. Im übrigen wurde der Verbau aus Kies hergestellt. Nach der Altarmseite wurde eine Böschungsneigung von 1:5, nach der Durchstichseite eine Böschungsneigung von 1:32 bis 1:61 angelegt. Die Stärke des Verbaues war weniger aus technischen Gründen erforderlich, als vielmehr dadurch bedingt, daß die im Durchstich selbst und in der oberstrom anschließenden Ausbau- und Sohlenausgleichstrecke noch vorhandenen 120 000 m³ Boden untergebracht werden mußten. Zum Schutze gegen Wasserangriffe bei Hochwasser wurden die Krone und in 2 m Breite der obere Böschungstreifen auf der Altarmseite abgeplastert. Anschließend an die Pflasterung wurde die altarmseitige Böschung bis zum Böschungsfuß durch eine Schüttsteinlage vom 30 cm Dicke geschützt, die flache Böschung nach dem Durchstich hin wurde mit 10 cm Steinknack abgedeckt. Bevor der Durchstich geöffnet wurde, waren vom rechten Elbufer bereits Sinkstücke und Packwerk so weit vorgetrieben, wie es die Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs zuließ. Nach Öffnen des Durchstiches und Durchleitung des Schiffsverkehrs durch den Durchstich wurden die Sinkstücke und das Packwerk vollkommen eingebaut. Diese Arbeiten gingen infolge des niedrigen Wasserstandes der Elbe ohne Schwierigkeiten vor sich. Der im Naßbaggerbetrieb gewonnene Boden wurde in gleicher Weise wie bei der Herstellung des Deckwerks vor der Schlangengrube an der Verbaustelle verklappt, durch an Land stehende Greifbagger wiedergewonnen und profilgemäß eingebaut (Abb. 22). Zunächst wurde der Damm in voller Querschnittbreite vom rechten Ufer aus etwa 40 m weit nach der Elbe hin vorgebaut. Dann wurde er so schnell wie möglich mit 10 m Kronenbreite, aber beiderseits nur 1:5 abgebösch, bis zum linken Ufer vorgetrieben, damit nicht bei etwa eintretenden höheren Wasserständen die bereits fertiggestellten Teile fortgerissen wurden. Nachdem der alte Flußlauf in planmäßiger Höhe abgesperrt war, wurden die übrigen Bodenmassen zur Verbreiterung des Verbaues nach der Durchstichseite hin mit der flachen Neigung 1:32 bis 1:61 eingebaut. Die Befestigung der Verbauoberflächen durch Pflaster, Schüttsteine und Steinknack folgte unmittelbar dem Einbau der Bodenmassen.



Abb. 22. Herstellung des Verbaues durch Greifbagger.



Abb. 23. Buschpackung für das Leitwerk.

Um zu vermeiden, daß die mit dem Fortschreiten der Baggerarbeiten am Durchstichende entstehende große Wasserfläche zu einer Versandung des Fahrwassers führte, wurde gleichzeitig mit dem Verbau die Herstellung des Leitwerks in Angriff genommen (Abb. 23). Das Leitwerk bestand wie eine Bühne aus Sinkstücken, Packwerk und Kies. Die Oberfläche wurde abgeplästert. Besondere Maßnahmen zum Schutze gegen Auskolkungen waren nur auf der Durchstichseite und um den Leitwerkskopf herum erforderlich. Auf diesen Strecken wurden daher 10 m breite, mit Schüttsteinen abgedeckte Buschmatten verlegt.

Zwischendurch waren auch die Übertiefen am Durchstichende verfüllt worden. Damit die Gewähr bestand, daß der verfüllte Boden liegenblieb, waren vorher Grundschnellen aus Schüttsteinen in Abständen von 80 m angeordnet worden. Die beiderseits 1:2,5 abgebochten Grundschnellen hatten eine Kronenbreite von 1 m. Ferner wurden die restlichen Arbeiten fertiggestellt, die in der Hauptsache aus der Verlängerung der beiden oberstrom des Verbauens am rechten Elbufer liegenden Bühnen und aus den noch zurückgebliebenen Uferbefestigungsarbeiten am Durchstichende und -anfang bestanden.

Im Sommer 1934 herrschten ganz besonders niedrige Wasserstände. Sie erreichten einen Tiefstand, wie er noch nie beobachtet worden war. Wenn das niedrige Wasser auch den Vorteil hatte, daß die tief herunterreichenden Uferbefestigungsarbeiten gut ausgeführt werden konnten, so wirkte es sich doch für den allgemeinen Baufortgang sehr ungünstig aus. Der Schwimmbagger hatte keine genügende Schwimmtiefe, die Schlepper

saßen dauernd fest, die Schuten konnten nur teilweise beladen werden, und das Steinmaterial kam nicht zu den gewünschten Zeiten und in der erforderlichen Menge heran. Wenn es trotzdem gelang, die Arbeiten fristgemäß fertigzustellen, so hat dazu nicht zum kleinsten Teil der freudige Arbeitswille beigetragen, der in der Arbeiterschaft mit Beginn des Jahres 1933 in Erscheinung trat.

Es waren insgesamt etwa 12 ha Waldfläche zu roden und 700 000 m³ Boden zu bewegen. Durch den Einbau des Bodens wurden ungefähr 15 ha Wiesenflächen neu geschaffen. Ferner waren neben kleineren Arbeiten annähernd 25 000 m² Steinpflaster zu verlegen, 15 000 m³ Packwerk herzustellen und 45 000 t Schüttsteine, Steinknack und Steinbruchabraum einzubauen. Die Gesamtkosten der Arbeiten ohne Grunderwerbs- und Bauleitungskosten werden rd. 2 Mill. RM betragen. Sie wurden im ersten und zum Schluß des vierten Baujahres aus Haushaltsmitteln, im zweiten Baujahr aus dem Papenprogramm, im dritten aus dem Sofortprogramm und zu Beginn des vierten Baujahres aus dem Reinhardtprogramm bestritten.

Die nicht im Eigenbetrieb ausgeführten Arbeiten des zweiten bis vierten Baujahres waren auf Grund einer beschränkten Ausschreibung einer Arbeitsgemeinschaft übertragen worden, die sich aus den Firmen Peter Bauwens (Köln), Philipp Holzmann AG (Frankfurt a. M.) sowie Habermann & Guckes—Liebold AG (Berlin) zusammensetzte. Die Firma Peter Bauwens war federführend. Die Bauleitung lag in den Händen der Anhaltischen Wasserbauverwaltung Bauleitung „Kurzer Wurf“ in Dessau.

Vermischtes.

Max Füchsel †. Am 18. Januar 1935 verschied im 63. Lebensjahre der Referent für Schweißtechnik im Reichsbahnzentralamt Berlin, Oberbaurat Max Füchsel VDI. Füchsel hat sich, wie wir der RTA 1935, Heft 4, entnehmen, schon frühzeitig der neuzeitlichen Schweißtechnik zugewandt und sich eingehende Kenntnisse darin erworben. Seine ganze Arbeitskraft hat er den Aufgaben der Schweißtechnik gewidmet.

Als der Verein deutscher Ingenieure auf Anregung des Deutschen Azetylenvereins vor zehn Jahren den Fachausschuß für Schweißtechnik gründete, berief er im Einvernehmen mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Oberbaurat Füchsel zum Obmann dieser Gemeinschaftsarbeit. Wohl auf keinem Gebiete technisch-wissenschaftlicher Arbeit ist die Durchdringung der industriellen Praxis mit wissenschaftlichem Geiste so erfolgreich gewesen wie in der Schweißtechnik. Ein wesentliches Verdienst hieran hat der Verstorbene, der alle führenden Schweißfachleute und einschlägigen Stellen zur Mitarbeit heranzuziehen verstand.

Prof. K. Memmler †. Am 17. Januar 1935 wurde der kommissarische Leiter des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem, Prof. Dipl.-Ing. Karl Memmler, unerwartet dem Amte und seiner Familie aus vollem Schaffen heraus entrissen.

Memmler wurde am 29. Dezember 1873 zu Berlin geboren. Er besuchte das Realgymnasium zu Weimar bis zur Reife, studierte dann an der Technischen Hochschule Berlin das Hüttenfach und trat nach bestandener Diplomprüfung für etwa ein Jahr in den praktischen Betrieb des Hüttenwerkes Lauchhammer ein.

1898 wurde er Assistent bei Martens und Rudeloff in der Vorgängerin des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem, der Königl. Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt an der Technischen Hochschule Berlin. Er erregte die Aufmerksamkeit von Martens, der ihn trotz seiner Jugend als Haupthelfer bei dem Neubau des Materialprüfungsamtes heranzog. Memmler blieb dann als Betriebsleiter des Materialprüfungsamtes einer der Hauptmitarbeiter von Martens. Auch in Martens' Hochschultätigkeit assistierte er ihm und wurde nach Martens' und später Rudeloffs Tode beauftragt, deren Lehraufträge an der Technischen Hochschule weiterzuführen. Schon 1911 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Amtes zum Professor ernannt worden.

Nach dem Weltkriege wurde ihm die Leitung der Abteilung für Metallprüfung, aus der er ursprünglich hervorgegangen war, übertragen, die er unter Aufrücken zum Hauptabteilungsleiter, Direktor und stellvertr. Präsidenten bis zum Tode beibehalten hat.

Eine besondere Vorliebe besaß Memmler für die literarische Behandlung seiner Fachgebiete. Noch kurz vor seinem Tode erschien sein letztes und bedeutendstes Werk, das unter Mitarbeit von berufenen Fachmännern von ihm herausgegebene Handbuch der Kautschukwissenschaft in amerikanischer und französischer Übersetzung. Seine erste Arbeit war eine Zusammenstellung des gesamten Materialprüfungswesens im Verlage Göschen, die mehrere erweiterte Neuauflagen erfahren hat. In etwas breiterer Form und unter Heranziehung von Mitarbeitern hat er das Materialprüfungswesen in dem Handbuch „Hinrichsen-Memmler“ dargestellt. Gemeinsam mit Prof. H. Burchartz bearbeitete er für die 3. Auflage des Handbuches über Eisenbetonbau das wichtige Kapitel „Baustoffe“ im III. Bande „Der Baustoff und seine Bearbeitung“. Seine amtliche Tätigkeit brachte Memmler mit zahlreichen Fachausschüssen in Berührung, in denen er zum Teil auch eine führende Rolle hatte, u. a. im Deutschen Verbands für die Materialprüfungen der Technik. Auch war er viele Jahre Mitglied des Ausschusses für Versuche im Stahlbau, an dessen Untersuchungen zur Feststellung der Quickspannungslinien verschiedener Baustähle er maßgebend beteiligt war.

Wo stehen wir in der Entwicklung der Schweißtechnik im Stahlbau, und welche Rolle spielen die Vorschriften DIN 4100? In einem von Dr.-Ing. K. Klöppel am 23. Januar 1935 in der Deutschen Gesellschaft für Elektroschweißung E. V. gehaltenen Vortrage würdigte der Redner zunächst die Schweißvorschriften DIN 4100 als Pionierarbeit im Stahlbau und die führende Rolle der Reichsbahn auf diesem Gebiete. Im Jahre 1935 werden 100 geschweißte Eisenbahnbrücken im Betrieb sein. Der Antrieb zur Weiterentwicklung der Vorschriften ging von Wirtschaftlichkeitsforderungen und Dauerversuchsergebnissen aus, wogegen sich die erste Ausgabe der Vorschriften auf statische Versuche stützte. Eine wichtige wirtschaftliche Forderung ist die Einsparung an Schweißnahtlänge je Tonne Konstruktionsgewicht; ihr wird u. a. durch eine gemeinsame Ausnutzung der hochentwickelten Walztechnik und Schweißtechnik gedient.

Auf dem Gebiete der Schrumpfungerscheinung ist nach begrifflichen Klärungen durch die experimentelle Bestätigung praktischer Erscheinungen ein großer Fortschritt erzielt. Diese Untersuchungen ergänzen die herstellungstechnischen Erfahrungen. Die Hauptarbeit wird in der Beherrschung der Schrumpfungerscheinungen in der Werkstatt liegen.

Bei dynamischen Beanspruchungen sind der Einfluß der Gestaltung, Oberflächenbeschaffenheit, besonders im Nahtübergang, und der Zustand im Schweißnahtinnern von maßgebender Bedeutung. Durch Verfeinerung der Herstellungstechnik lassen sich mit Stumpfnähten bei einwandfreiem Durchschweißen und Bearbeitung der Nahtübergänge die Dauerfestigkeiten des St 37 erreichen. Diesen Weg hat die Reichsbahn beim Bau der Rügendambrücke beschritten. Hier ist das Stegblech nur stumpf gestoßen. Decklaschen und ähnliche vermeintliche Verstärkungsmaßnahmen sind weggefallen. Die Schweißung von dynamisch beanspruchten Fachwerkbauwerken erscheint, vom festigkeitstechnischen Standpunkte aus gesehen, als möglich; die Wirtschaftlichkeitsfrage und Montageschwierigkeiten aber stellen die Schweißtechnik vor neue Aufgaben. Hier empfiehlt sich auch eine entsprechende Anpassung der Schweißvorschriften.

Anhand eines Bildes über die zulässigen Beanspruchungen im Mutterwerkstoff und in Stumpfnähten wurde gezeigt, daß unter normalen Herstellungsbedingungen die heute zulässigen Spannungen den Forderungen des Konstrukteurs und der Wirtschaftlichkeit genügen. Im Zusammenhang hiermit zeigte der Vortragende einen Abänderungsvorschlag für dynamisch beanspruchte Bauwerkteile mit größerer Grundlast.

Im Stahlhochbau hat die Schweißtechnik in letzter Zeit bedeutende Fortschritte gemacht. Besonders kommt ihre Anwendung den schönheitlichen Anforderungen an Hallenbauten sehr zugute. Bei Rahmenkonstruktionen sind mit der Gewichtersparnis konstruktive Vorteile verbunden. Im Hochbau mit seiner vorwiegend ruhenden Belastung sollen Konstruktionsgrundsätze, die aus Dauerversuchen gewonnen sind, nicht ohne weiteres übernommen werden. Stegblechstumpfstöße in Rahmen sind hier auch unter normalen Bedingungen in vielen Fällen möglich. Die bestehenden Prüfungsbedingungen sind als unter den gegenwärtigen Verhältnissen ausreichend zu bezeichnen.

INHALT: Form und Festigkeit von Schweißgebilden. — Baumaßnahmen zur Sicherung von Rutsch- und Felsstrecken der elektrifizierten Bahn Donauwörth—Treuchtlingen. — Der Elbdurchstich „Kurzer Wurf“. (Schluß.) — Vermischtes: Max Füchsel †. — Prof. K. Memmler †. — Wo stehen wir in der Entwicklung der Schweißtechnik im Stahlbau, und welche Rolle spielen die Vorschriften DIN 4100?

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.