

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

95. Jahrgang

15. Mai 1940

Heft 10

Werkstattentechnik für den Bau geschweißter Schienenfahrzeuge.

Von M. Reiter, VDI, München.

Geschweißte Fahrzeuge bedingen bei der Fertigung wegen der Eigenart der konstruktiven Durchbildung, wie auch ganz besonders wegen der beim Schweißen selbst auftretenden Formänderungen und Spannungen grundsätzlich eine andere Arbeitsweise als genietete Fahrzeuge. Da jede Erwärmung von Metallen stets eine Verformung nach sich zieht und jede eingelegte Schweißraupe beim Erkalten Schrumpfungen unterworfen ist, die sich auf die mit ihr verbundenen Teile auswirken, muß bei der Herstellung diesen Tatsachen Rechnung getragen werden.

Arbeitsplanung.

Um bei wirtschaftlicher Herstellung die bestmögliche Güte und damit die größte Sicherheit des Fahrzeuges zu erreichen, sind vor Beginn der Schweißarbeiten eine Reihe von Untersuchungen durchzuführen*).

Die Ergebnisse dieser Arbeit bilden die Unterlagen für den sogenannten Schweißplan, der für jede größere Schweißkonstruktion aufgestellt werden muß. Hierfür leisten Papp- oder Zellonmodelle des zu schweißenden Werkstückes wertvolle Dienste. Diese Pläne dienen als Richtschnur sowohl in der Werkstatt für die Fertigung als auch während der Fertigung für eine sachgemäße Bauüberwachung. Bei einer schweißgerechten Konstruktion sind schon durch die Formgebung der zweckmäßigste Arbeitsvorgang, sowie die notwendige Unterteilung in einzelne Bauteile im wesentlichen eindeutig vorgezeichnet. Demnach sind im Schweißplan vor allem die einzelnen Fertigungsvorgänge eingehend zu untersuchen und die günstigste Reihenfolge des Zusammenbaues und der Schweißungen zu bestimmen. Durch diese Untersuchung werden jene Schweißnähte, die schlecht oder überhaupt nicht zu schweißen sind, sowie alle übrigen fertigungstechnischen Mängel der Konstruktion festgestellt und beseitigt, noch bevor die Reihenfertigung in der Zurichtungswerkstätte begonnen hat. Schon allein aus diesem Grund ist die Aufstellung eines Schweißplanes gerechtfertigt. Der dadurch bedingte Aufwand an Zeit und Geld macht sich später beim Serienbau mehrfach bezahlt. Je nach der Beanspruchung des Bauteiles ist es vorteilhaft, die Schweißarbeiten eingehender zu untersuchen (Lokomotivrahmen, Drehgestelle und Motortragrahmen) oder im Schweißplan nur allgemeine Richtlinien anzugeben (Wagenkasten). Wegen der Bedeutung, die diesen Schweiß- oder Arbeitsplänen für eine wirtschaftliche Herstellung heute zukommt, wird im folgenden der Schweißplan für eine bereits ausgeführte Drehgestellkonstruktion behandelt.

Anschließend soll untersucht werden, inwieweit die zur Zeit im Fahrzeugbau üblichen Pläne, die dem vorliegenden

ungefähr entsprechen, den jetzigen Anforderungen auf einwandfreien und wirtschaftlichen Serienbau gerecht werden.

Laufdrehgestell nach Bild 1

Schweißverfahren: Lichtbogenschweißung

Werkstoff: St 37.12

Zusatzwerkstoff: Schorch Primus Supra

Nach der aus Bild 1 ersichtlichen, fertigungstechnischen Unterteilung des Drehgestelles werden zunächst folgende Einzelteile hergestellt:

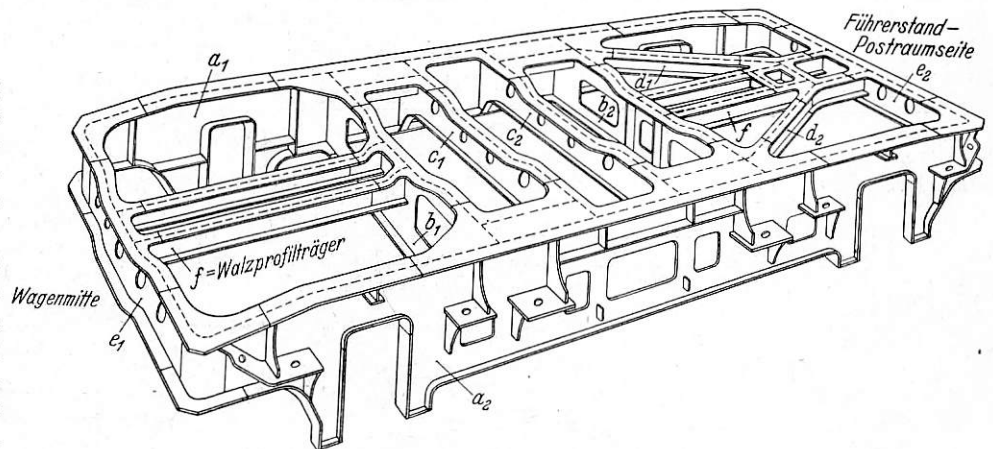


Bild 1. Laufdrehgestellrahmen für Steuerwagen.

1. Seitenwangen a_1 und a_2 nach Bild 2.

Schweißfolge Lfd. Nr.	Schweißvorgang ¹⁾
1	2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 unter Vorspannung an 1-Wangensteg anschweißen.
2	8 + 9 + 10 = Federbock für Wiegenfeder als Einzelteil zusammenschweißen.
3	11 + 12 + 13 = Federbock für Tragfeder als Einzelteil zusammenschweißen.
4	14 + 15 + 16 = Federbock für Tragfeder als Einzelteil zusammenschweißen.
5	(8 + 9 + 10) + (11 + 12 + 13) + (14 + 15 + 16) + 17 + 18 + 19 + 20 an 1 anschweißen.
6	Seitenwange richten.
7	21 = Rahmenecke an 1 anpassen und Stumpfnahth schweißen.
8	22 + 23 = Gurt im Achsausschnitt einpassen und als Einzelteil zusammenschweißen.
9	24 + 25 = Untergurt an Wangenende anpassen und als Einzelteil zusammenschweißen.
10	26 + 27 + 28 = Gurt als Einzelteil zusammenschweißen.
11	(26 + 27 + 28) + (24 + 25) + (22 + 23) + 29 + 30 + 31 + 32 + 33 an 1 anbauen, heften und von der Mitte ausgehend nach beiden Seiten in Drehvorrichtung schweißen.
12	Seitenwangen richten.
13	34 = Innensteg im Achsausschnitt anpassen und schweißen.

¹⁾ Die folgenden Ziffern stellen die Teilnummern nach Bild 2 dar.

* M. Reiter, Arbeitsuntersuchungen beim Schweißen von Schienenfahrzeugen, Zeitschrift „Der Bahningenieur“ 1938, Heft 42, Seite 733/738.

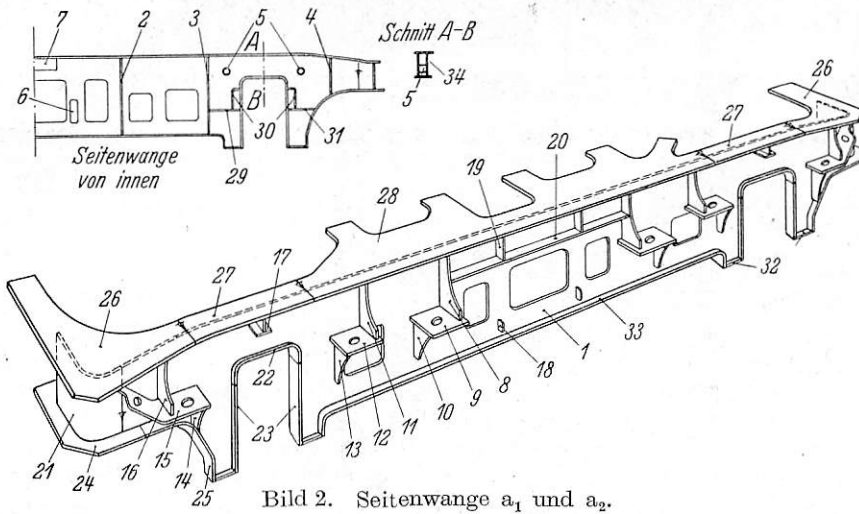


Bild 2. Seitenwange a₁ und a₂.

Allgemeine Bemerkung für sämtliche Anschlüsse: Kehlnähte dürfen nur etwa auf 100 mm an die Gurtenden herangeführt werden. Nach dem Schweißen der Stumpfstoße beim Zusammenbau werden die Kehlnähte fertig geschweißt.

2. Querträger b₁ und b₂ nach Bild 3.

Schweißfolge Lfd. Nr.	Schweißvorgang
1	4 an 1 = Querträgersteg schweißen und richten.
2	2 + 3 = Ober- und Untergurt an 1 anbauen, heften und von der Mitte ausgehend nach beiden Seiten in Drehvorrichtung schweißen.

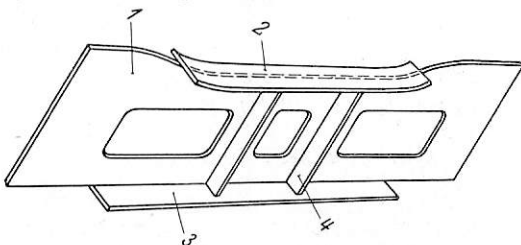


Bild 3. Querträger b₁ und b₂.

3. Querträger c₁ und c₂ nach Bild 4.

Schweißfolge Lfd. Nr.	Schweißvorgang
1	4 an 1 = Querträgersteg schweißen und richten.
2	2 + 3 = Ober- und Untergurt an 1 anbauen, heften und von der Mitte ausgehend nach beiden Seiten in Drehvorrichtung schweißen.

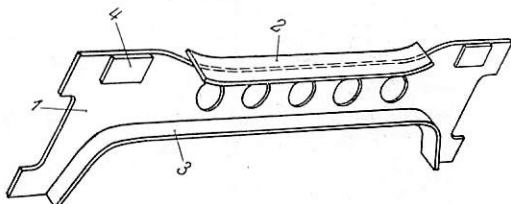


Bild 4. Querträger c₁ und c₂.

4. Knotenpunkt für Diagonalverstrebung nach Bild 5.

Schweißfolge Lfd. Nr.	Schweißvorgang
1	1 + 2 + 3 + 4 = Steggerippe zusammenschweißen.
2	6 + 7 = Untergurt zusammenschweißen.
3	(1 + 2 + 3 + 4) + 5 + (6 + 7) zusammenbauen, heften und verschweißen.

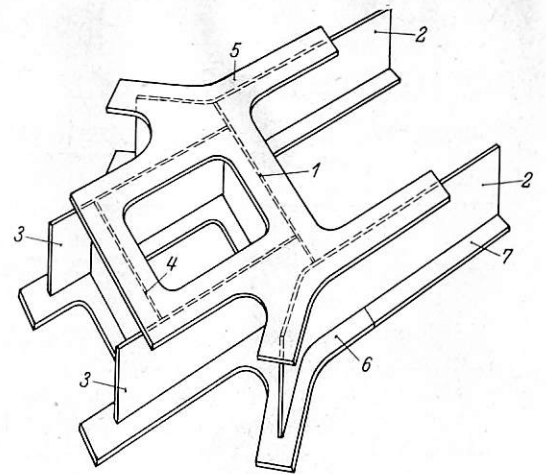


Bild 5. Knotenpunkt für Diagonalverstrebung.

5. Diagonalstreben d₁ und d₂ nach Bild 6.

Schweißfolge Lfd. Nr.	Schweißvorgang
1	1 + 2 + 3 = Trägerstück schweißen.
2	4 + 5 + 6 = Bremsgehängelager schweißen.
3	(4 + 5 + 6) auf 7 = Untergurt aufschweißen.
4	(1 + 2 + 3) + (4 + 5 + 6 + 7) zusammenbauen, heften und verschweißen. Stumpfstoße vor den Kehlnähten schweißen.

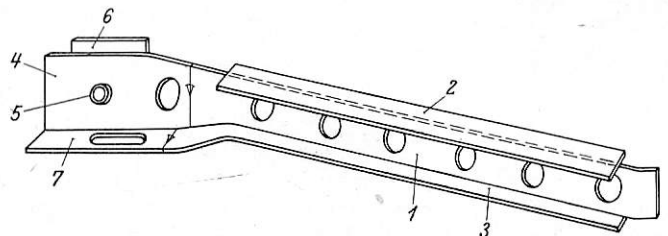


Bild 6. Diagonalstrebe d₁ und d₂.

6. Kopfträger e₁ und e₂ nach Bild 7.

Schweißfolge Lfd. Nr.	Schweißvorgang
1	1 + 2 + 3 zusammenbauen, heften und von der Mitte ausgehend nach beiden Seiten in Drehvorrichtung schweißen.

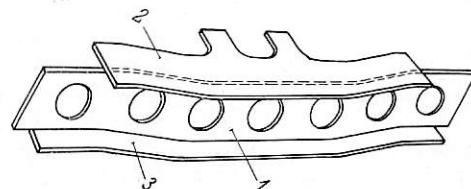


Bild 7. Kopfträger e₁ und e₂.

Aus diesen Einzelteilen nach Bild 2 bis 7 wird der Drehstellrahmen nach Bild 1 in der Schweißvorrichtung zusammengebaut, geheftet und wie folgt fertig geschweißt:

1. Sämtliche Stumpfnahte auf der äußeren Untergurtseite des Rahmens schweißen.
2. Rahmen um 180° drehen.
3. Sämtliche Stumpfstoße auf der äußeren Obergurtseite des Rahmens schweißen. In dieser Lage die Wurzeln der Untergurtstumpfnahte auskreuzen und fertigschweißen.
4. Rahmen um 180° drehen.

5. Auskreuzen und Verschweißen der Wurzelnähte am Obergurt.
6. Rahmen um 90° drehen.
7. Die Stege der Quer- und Kopfträger an den rechten Seitenwangensteg schweißen.
8. Rahmen um 180° drehen.
9. Die Stege der Quer- und Kopfträger an den linken Seitenwangensteg schweißen.
10. Rahmen um 90° drehen.
11. Die Stege der Quer- und Kopfträger an die Seitenwangen-Obergurte schweißen.
12. Rahmen um 180° drehen.
13. Die Stege der Quer- und Kopfträger an die Seitenwangen-Untergurte schweißen.

Im vorstehenden Schweißplan sind nur die grundsätzlichen schweißtechnischen Angaben über die Herstellung der Einzelteile und über den Zusammenbau enthalten. Dazu ist die Angabe der erforderlichen Schrumpf- und Vorspannmaße für die Fertigung sehr nützlich. Bei geringer Stückzahl genügen derartige Arbeitspläne im allgemeinen. Dagegen ist es beim Serienbau mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit zweckmäßig, bei der Aufstellung dieser Schweißpläne sämtliche Arbeitsvorgänge, also Schweiß- und Schlosserarbeiten, sowie die mechanische Bearbeitung und die gegenseitige Abhängigkeit im Arbeitsablauf genauestens zu untersuchen. Dabei können auch die notwendigen Vorrichtungen, Werkzeugmaschinen und Transportmittel festgelegt werden, so daß auf diese Weise bereits vor Beginn der Fertigung ein ziemlich genauer Überblick über den zeitlichen und werkstattmäßig richtigen Arbeitsablauf und über den erforderlichen Platzbedarf gewonnen wird. Die Ergebnisse dieser Vorarbeiten liefern die Unterlagen für die Akkordermittlung und Vorkalkulation. Aus diesen eingehenden Arbeitsuntersuchungen entwickelte sich im Laufe der Zeit das Lauf- oder Arbeitskartensystem, das sich im Maschinenbau schon bestens bewährt hat. In diesen Laufkarten sind die einzelnen Arbeitsvorgänge vom Standpunkt der Herstellung aus folgerichtig ausgeführt. Nach bestimmten Fertigungsabschnitten sind besondere Arbeitsprüfungen eingeschaltet, um fehlerhafte Werkstücke zu ermitteln und, wenn noch möglich, richtig zu stellen oder sie notfalls rechtzeitig auszuschneiden. Je nach der Größe des Werkstückes werden diese Arbeitskontrollen entweder am Arbeitsplatz selbst durchgeführt oder die Werkstücke werden besonderen Prüfständen zugeführt. Jeder abgeschlossene Arbeitsgang wird von dem ausführenden Arbeiter in der Karte abgetragen. Weiter enthalten die Karten die für den einzelnen Arbeitsgang notwendigen Angaben über Vorrichtungen, Schweißdrähte, Werkzeugmaschinen, Bearbeitungs- und Meßwerkzeuge. Diese sogenannten Lauf- oder Arbeitskarten begleiten die Werkstücke von der Stoffentnahme bis zu ihrer endgültigen Fertigstellung. Zum Beispiel laufen beim Drehgestellbau zunächst für die Einzelteile (Kopfstücke, Querträger usw.) die zugehörigen Arbeitskarten getrennt nebeneinander. Der Zusammenbau selbst ist dann auf einer besonderen Karte beschrieben. Vielfach kann auch beim Zusammenbau der einzelnen Fahrzeugteile auf Laufkarten verzichtet werden. Es ist ohne weiteres klar, daß das Laufkartensystem mit seiner gründlichen Arbeitsvorbereitung verhältnismäßig hohe unproduktive Kosten verursacht. Aber die Vorteile überwiegen die Nachteile bei weitem. Vor allem sinken die reinen Fertigungskosten zumindest in dem gleichen Maß als die Unkosten steigen. Eine absolute Kostensteigerung ist also durch das Laufkartensystem nicht zu befürchten. Dies ist auch verständlich, wenn man berücksichtigt, daß diese Arbeitsuntersuchungen in jedem Fall durchgeführt werden müssen, nur mit dem Unterschied, daß beim Laufkartensystem die Untersuchungen bereits vor Baubeginn am Schreibtisch angestellt werden können und somit die Werkstätte entlastet wird, während sonst die günstigsten Arbeitsverhältnisse sich erst im Fertigungsverlauf ergeben und dadurch die Werkstätte wirtschaftlich ungünstig

beeinflußt, also belastet wird. Auch sind im letzteren Fall Herstellungsfehler, wenigstens im Anfang, nie zu vermeiden. Ferner ist es zweckmäßig, die Arbeitskarten mit einer Zeichnung für das betreffende Werkstück auszustatten, um dem Arbeiter das zeitraubende Lesen der großen Werkstattzeichnungen zu ersparen. Damit ist zugleich eine wesentliche Fehlerquelle für das Ablesen falscher Maße ausgeschaltet.

Ein Vergleich der heute üblichen Schweißpläne und den oben beschriebenen Fertigungsplänen im Laufkartensystem zeigt ohne weiteres, auf welche Weise die Arbeitsgüte und die Leistungsfähigkeit der Werkstätte gesteigert werden kann. Es sei an dieser Stelle vor allem auf die wirtschaftliche Fließfertigung, die eine gründliche Arbeitsvorbereitung voraussetzt, mit ihren unmittelbaren und mittelbaren Ersparnissen hingewiesen. Im Fahrzeugbau kann diese Fließarbeit auch auf geringere Stückzahlen als sonst im Maschinenbau üblich, ausgedehnt werden, sofern dafür eine gewisse Biegsamkeit der Anlagen und Maschinen vorhanden ist, die die Umstellung auf eine andere Bauart in kürzester Zeit und mit geringsten Kosten möglich macht.

Vorrichtungen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Arbeitsvorbereitung ist der Entwurf und die Herstellung geeigneter Vorrichtungen. Diese dienen im allgemeinen dazu, die Maßhaltigkeit von Massenteilen zu sichern und die Fertigung zu verbilligen. Hieraus ergibt sich also, daß Vorrichtungen für Einzelteile erst bei einer bestimmten Stückzahl gleicher Fahrzeuge wirtschaftlich sind. Diese Stückzahl liegt bei geschweißten Fahrzeugen erfahrungsgemäß niedriger als im übrigen Maschinenbau, da eine gute Maßhaltigkeit der Einzelteile die weitere Fertigung beim Zusammenbau kostenmindernd beeinflusst. Ist nun auf Grund des Arbeitsplanes die Zweckmäßigkeit von Vorrichtungen aus fertigungstechnischen und damit wirtschaftlichen Gründen einmal festgestellt, so muß ihre Vorbereitung bis zum kleinsten Einzelteil durchgeführt werden. Die da und dort ermittelten hohen Baukosten für geschweißte Fahrzeuge sind in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß im Fahrzeugbau die Verwendung von zweckentsprechenden Vorrichtungen noch sehr stark vernachlässigt wird. Dies liegt zum Teil an der Einzelausführung bei verschiedenen Fahrzeugtypen, zum Teil an der bisherigen für Vorrichtungen wenig geeigneten Profilbauart. Für die Blechbauweise dagegen sind Schweißvorrichtungen unbedingt notwendig. Sie gestatten ein rasches, sicheres und vor allem genaues Festlegen der zu verschweißenden Teile, ohne daß diese vorher oft mühevoll zusammengepaßt werden müssen. Dadurch ist die maßhaltige Herstellung geschweißter Bauteile von vornherein sichergestellt. Die durch das Arbeiten in Vorrichtungen gesicherte Genauigkeit vermeidet unnötiges Schweißgut und damit übermäßigen Verzug, so daß sich Vorrichtungen auch auf den Umfang der Richtarbeiten günstig auswirken. Beim Entwurf von Schweißvorrichtungen sind noch die Schrumpfvorgänge und die zu erwartenden Verziehungen durch Vorbiegen oder Vorspannen der Werkstücke zu berücksichtigen.

Nach Beendigung dieser umfangreichen Fabrikationsvorbereitungen, die zunächst in sogenannten Herstellungsplänen niedergelegt und dann auf die Lauf- oder Arbeitskarten übertragen werden, ist die Konstruktion baureif und kann der Werkstätte zur Ausführung übergeben werden.

Die

Fertigung

eines geschweißten Fahrzeuges im Stahlaufbau gliedert sich im allgemeinen in drei Vorgänge und zwar in Vorarbeit, Schweißen und Nacharbeit.

1. Vorarbeit.

Wie bei allen Werkstattarbeiten, so ist auch beim Schweißen die Vorarbeit mindestens ebenso wichtig wie das Schweißen

selbst. Unter Fachleuten sind die Worte „Gut vorbereitet ist halb geschweißt“ bereits zur stehenden Redensart geworden. In diesem Satz kommt die Erkenntnis zum Ausdruck, daß eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung das Schweißen selbst ganz wesentlich erleichtert und damit die Güte der Schweißarbeit stets günstig beeinflusst. Um eine einwandfreie Zurichtung der Werkstückteile zu erreichen, ist es notwendig, den beteiligten Arbeitern die Folgen schlechter Zurichtung an Hand von Beispielen anschaulich vor Augen zu führen und sie dadurch von der Notwendigkeit einer guten Vorbereitung zu überzeugen. Die Vorbereitungswerkstätte muß über die Einflüsse ihrer eigenen Arbeit auf das Schweißen und die Nacharbeit sehr eingehend unterrichtet sein, damit sie nicht gedankenlos und ohne jede Rücksicht auf die folgenden Arbeitsgänge darauf los arbeitet. Nur auf diese Weise kann das gegenseitige Verständnis geweckt und eine hochwertige Gemeinschaftsleistung erzielt werden.

Für das Ablängen und Zuschneiden der Werkstückteile hat sich heute das autogene Schneidverfahren als unentbehrliches Hilfsmittel herausgebildet. Nur für schwächere Querschnitte wird der Scherenschnitt wegen der größeren Wirtschaftlichkeit da und dort noch vorgezogen. Die heute auf dem Markt befindlichen Schneidgeräte sind technisch so weit vervollkommen, daß tadellos saubere Schnittkanten die Regel sein müßten. Leider sind aber nach den Erfahrungen bei der Bauüberwachung die Autogenschneider vielfach noch mangelhaft ausgebildet. Dieser Übelstand ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß die Werkstätten das Zuschneiden als untergeordnete Arbeit betrachten und dementsprechend auf einen guten Autogenschnitt verhältnismäßig wenig Wert legen, wengleich eine gute Schnittkante nicht mehr Zeit erfordert als ein schlechter Brennschnitt, erstere jedoch das Nacharbeiten ganz erheblich vereinfacht. Für gewöhnliche Schweißnahtkanten genügt ein einfaches Überschleifen, um den Zunder und den beim Schneiden entstehenden perlartigen Grat zu beseitigen. Längere Stumpfnahtkanten und solche stärkerer Querschnitte werden der Gleichmäßigkeit halber vorteilhaft mechanisch bearbeitet. Bei freien autogen geschnittenen Blechkanten ist die Genauigkeit der Nacharbeit von der Art und Größe der Beanspruchung abhängig. Liegen sehr hohe Wechselbeanspruchungen vor, wie z. B. bei Rahmenwangen oder Gurtblechen, so werden die Kanten nach dem Schneiden im Paket gefräst, um auch die kleinsten Schneidriefen zu beseitigen. Das Stoßen ist hierfür wegen der Riefenbildung nicht geeignet. Beim Nachfräsen müssen die Bleche mit Zugabe ausgeschnitten werden, wobei die Güte des Brennschnittes von untergeordneter Bedeutung ist. Falls aus Festigkeitsgründen eine maschinelle Nacharbeit nicht gefordert wird, so genügt es, die Schnittkanten kerbenfrei zu überschleifen oder zu überfeilen. Je einwandfreier nun der Autogenschnitt ausgeführt ist, desto geringer ist der Aufwand an Zeit und Geld für die Nacharbeit der Schnittkanten. Zudem zeigt die Erfahrung, daß schlecht geschnittene Kanten in den seltensten Fällen vollkommen kerbenfrei nachgearbeitet werden trotz aller Hinweise auf die Bruchgefahr beim Vorhandensein von Schneidriefen. Die Werkstätten können also durch Herstellung guter Autogenschnitte die Dauerhaltbarkeit des Fahrzeuges und die Gestehungskosten im günstigsten Sinne beeinflussen.

Neuerdings wurde mit großem Erfolg versucht, ganze Blechpakete autogen zu schneiden und anschließend zu fräsen. Dabei müssen die Bleche nach dem Walzen möglichst dicht zusammengespant werden.

In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, daß jene Schneidarbeiten besonders zu überwachen sind, die beim Einbau von Maschinenanlagen, beim Verlegen der elektrischen Leitungen, der Luftleitungen oder Heizkanäle usw., sei es beim Neubau in den Wagenbauanstalten oder bei der Unterhaltung

der Fahrzeuge in den Reichsbahnausbesserungswerken, ausgeführt werden. Hierbei wird an dem fertig geschweißten Fahrzeugteil manchmal ganz wahllos ausgeschnitten, ohne Rücksicht darauf, ob es festigkeitsmäßig zulässig ist oder nicht. In den meisten Fällen werden diese Schnittkanten nicht einmal oberflächlich verputzt, geschweige denn sachgemäß nachgearbeitet. Auf diese unvorschriftsmäßigen Schneidarbeiten war schon mancher Anriß oder Bruch zurückzuführen, obwohl der Bauteil sonst schweißtechnisch einwandfrei gestaltet und ausgeführt war. Derartige Herstellungsfehler sind umso eher möglich, als die schweißtechnische Überwachung sich im allgemeinen nur auf den Stahlbau des Fahrzeuges erstreckt und nicht auf die Montage. Also Vorsicht bei Schneidarbeiten während der Montage!

Wesentlich für das schweißgerechte Zuschneiden ist die Beachtung der Schrumpfung. Es muß deshalb bei der Bemessung der Einzelteile die Verkürzung durch den Schrumpfvorgang berücksichtigt werden, d. h. die Teile müssen auf Zeichnungsmaß einschließlich reichlicher Schrumpfung abgelenkt werden. Demgegenüber kann man immer wieder die Beobachtung machen, daß in den Werkstätten die Folgen der Schweißwärme noch vielfach unterschätzt werden. Zeigen sich nun im Betrieb unerwartete Maßabweichungen infolge zu geringer

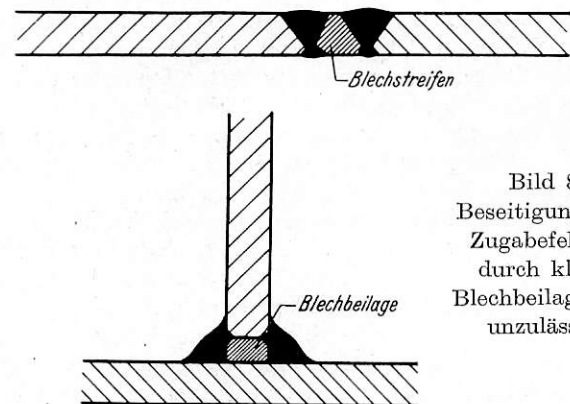


Bild 8.
Beseitigung von
Zugabefehlern
durch kleine
Blechbeilagen ist
unzulässig.

Schrumpfung, so müssen sie durch Einschweißen von Ausgleichstücken, 200 bis 300 mm lang, richtiggestellt werden. Solange derartige Fehler auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben und sachgemäß beseitigt werden, wird man sie bei der Abnahme wohl oder übel in Kauf nehmen müssen; denn in jedem Betrieb muß mit Fertigungsfehlern gerechnet werden. Unzulässig ist es jedoch, wenn diese Maßfehler häufiger auftreten und noch dazu mit möglichst wenig Aufwand ohne jede Rücksicht auf die Sicherheit des Fahrzeuges unsachgemäß ausgebessert werden. Dies zu verhüten ist Aufgabe der Bauüberwachung. So z. B. müssen Blechstreifen oder Auftragsschweißungen als Ersatz für den fehlenden Werkstoff, im Durchschnitt 5 bis 30 mm, grundsätzlich abgelehnt werden (Bild 8). Diese Art der Beseitigung von Zugabefehlern ist zwar sehr billig, aber wenig werkstattgerecht. Noch dazu sind diese Füllstücke teilweise lose dazwischen gelegt. Kleinere Zugabefehler bis etwa 5 mm werden meist durch eine mehr oder weniger gute Auftragsschweißung ausgeglichen. Dieses Schweißverfahren ist im allgemeinen nur für Instandsetzungsarbeiten, dagegen nicht für Neubauten üblich, kann aber an niedrig beanspruchten Stellen zugelassen werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine sachgemäße Ausführung. Damit ist aber nicht gesagt, daß der Betrieb nach Möglichkeit jeden Fehler durch die Auftragsschweißung verbergen kann. Diese Gefahr liegt sehr nahe, da gut ausgeführte Auftragsschweißungen, sofern sie sorgfältig überschleifen und überfeilt werden, sehr schwer mit dem freien Auge zu erkennen sind und meist nur mit Hilfe der makroskopischen Untersuchung festgestellt werden können. In der Praxis werden aber derartige

Auftragsschweißungen nur ganz roh überschleifen, so daß sie für den Abnahmebeamten ohne jedes Hilfsmittel leicht zu erkennen sind.

Erfahrungsgemäß soll der Betrieb unterlaufene Fehler niemals stillschweigend auf eigene Faust beseitigen, sondern sich zusammen mit dem Konstrukteur über die Art der Ausbesserung schlüssig werden.

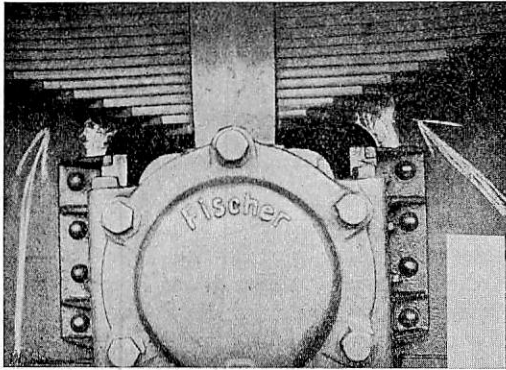


Bild 9. Anrisse im Achsausschnitt eines Triebdrehgestelles. Die Pfeile weisen auf die Rißstellen hin.

Außerdem wird erwartet, daß die festgestellten Mängel in jedem Fall dem zuständigen Abnahmeingenieur mitgeteilt werden und vorher die beabsichtigte Beseitigung des Fehlers von diesem genehmigt wird. Auf diese Weise ist es meist möglich, eine für den Betrieb und Besteller befriedigende Lösung für die Behebung des Fehlers zu finden.

Dabei ist grundsätzlich zu beachten, daß an dynamisch hoch beanspruchten Stellen weder Blechbeilagen noch Auftragsschweißungen zulässig sind. In solchen Fällen müssen eben die schadhaften Teile vollständig ersetzt werden. Werden aber die oben erwähnten Hilfsmittel dennoch angewendet, so führen die Ausbesserungen, ob schlecht oder gut ausgeführt, über kurz oder lang doch zu Anrissen und zum Bruch. Die dann entstehenden Instandsetzungskosten sind mit Rücksicht auf den Aus- und Einbau stets wesentlich höher als der Aufwand für den Ersatz des fehlerhaften Teiles beim Neubau, ganz abgesehen von dem berechtigten Zweifel in die Zuverlässigkeit des Herstellers. Zur Bestätigung dieser Ansicht sei nachstehendes Beispiel angeführt:

An einem Triebdrehgestell eines Verbrennungstriebwagens wurden nach verhältnismäßig geringer Laufleistung an den Ausrundungen im Achsausschnitt die in Bild 9 dargestellten Anrisse beobachtet. Bei der Ermittlung der Bruchursache wurden an den vier Achsausschnitten der Rahmenwangen unzulässige und noch dazu mangelhaft ausgeführte Auftragsschweißungen festgestellt (Bild 10). Außerdem ergab die weitere Untersuchung, daß diese Auftragsschweißungen ohne Kenntnis und Zustimmung des Bestellers vorgenommen

wurden, um die zu groß ausgeschnittenen Ausrundungen der Rahmenwangen richtig zu stellen. Wenn auch die Bruchursache nicht ausschließlich auf die Auftragsschweißung zurückzuführen war, so hat sie doch die Rißbildung sehr stark gefördert. Diese Feststellung war für die Art der Instandsetzung entscheidend. Das alleinige Ausschweißen der Risse ohne den aufgeschweißten Querschnitt zu entfernen, wäre vergebliche Arbeit gewesen, da hierdurch nur die Wirkung, aber nicht die Teilursache beseitigt worden wäre. Es mußten also wohl oder übel die beiden Wangen an den Achsausschnitten vollkommen erneuert werden. Diese Instandsetzung am fertigen Drehgestell war nun erheblich teurer, als wenn bei der Neuherstellung vollständig neue, maßhaltige Rahmenwangen an Stelle der aufgeschweißten eingebaut worden wären. In diesem Fall glaubte man auch, den Werkstattfehler durch einen billigen Notbehelf beseitigen zu können, um dann später das Mehrfache an Kosten für die Instandsetzung aufzuwenden.

Ein besonderes Augenmerk ist auf einwandfreie Vorbereitung der Schweißnähte, vor allem der Stumpfnähte, zu richten, da mögliche Fehler bei der weiteren Verarbeitung in keinem Fall restlos beseitigt werden können und die Folgen immer wieder zu beobachten sind. Beispielsweise erfordert eine Stumpfnäht mit zu großem Wurzelabstand beim Schweißen unnötig viel Zusatzwerkstoff und folglich auch eine längere Schweißzeit. Das größere Schweißnahtvolumen bedingt wiederum eine größere Schrumpfung, die entweder übermäßige Spannungen oder Verwerfungen hervorruft. Übersteigen die Spannungen ein bestimmtes Maß, so sind Risse in oder neben der Naht die Folge, während zu große Verziehnungen auch durch umfangreiche Richtarbeiten nicht immer restlos beseitigt werden

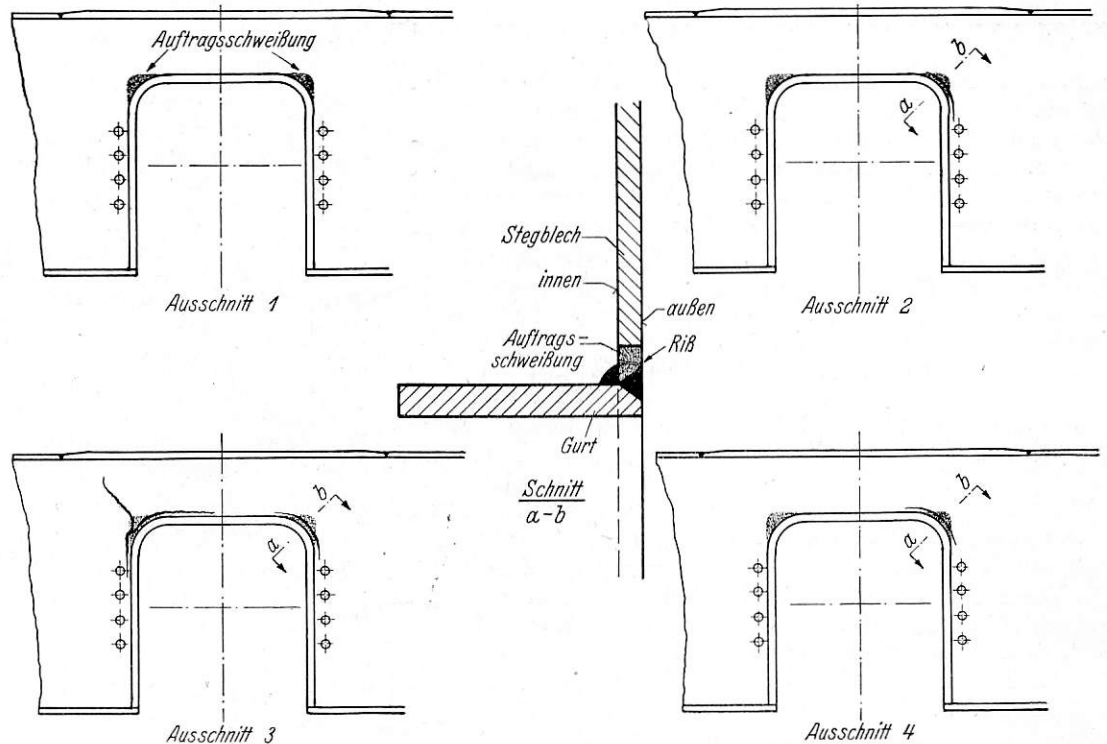


Bild 10. Risse und Auftragsschweißungen in den Achsausschnitten beim Drehgestell nach Bild 9.

können. Das Endergebnis sind dann Risse oder verbeulte Richtstellen im Werkstück bei gleichzeitigen Mehrkosten. Mit ähnlichen Auswirkungen ist auch bei zu großem Nahtwinkel zu rechnen. Dazu kommt noch die unnötige Mehrarbeit für das Überschleifen und Überfeilen zu breiter Stumpfstöße. Zu geringer Wurzelabstand verursacht je nach Schweißdrahtsorte und Durchmesser, sowie Blechstärke mehr oder weniger große Fehlbindungen, die früher oder später zum Bruch

führen und so die Betriebssicherheit gefährden. Die Instandsetzungskosten stehen dann in keinem Verhältnis zu den Mehrkosten, die beim Neubau für richtige Vorbereitung hätten angewendet werden müssen.

Besondere Sorgfalt bei der Vorbereitung erfordern die rechtwinkligen Stumpfstoße bei gekanteten Profilen nach Bild 11. Wird bei derartigen Stößen das rechtwinklig anzu-

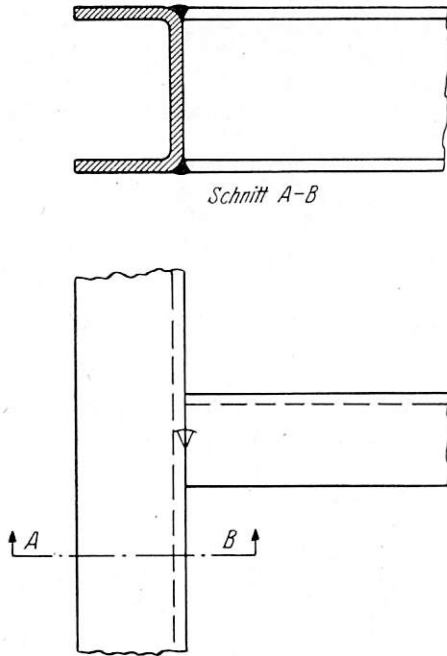


Bild 11. Rechtwinkliger Stumpfstoß zwischen gekanteten Profilen.

schließende Profil nach Bild 12 gerade abgearbeitet, so entsteht ein zu breiter Spalt für die Stumpfnah. Die Folgen davon sind übermäßig breite Schweißnähte und unerwünschte Verzie-

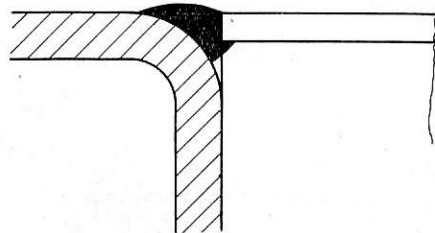


Bild 12. Gerade abgerichtetes Anschlußstück ergibt zu breite Naht.

Schweißer für die mangelhafte Ausführung verantwortlich gemacht, in Wirklichkeit liegt der Fehler bereits bei der Vorarbeit. Den Schweißer selbst trifft nur insoweit eine Schuld, als er es unterläßt, derartig schlecht vorbereitete Nähte zurückzuweisen. Bei derartigen Verbindungen ist es deshalb nützlich, das senkrecht anzuschließende Profil entsprechend der Rundung des Anschlußprofiles auszufräsen (Bild 13). Man wird dazu einwenden, daß diese Vorarbeit zu weitgehend sei. Gewiß entstehen durch das Ausfräsen Mehrkosten, die sich aber durch kürzere Schweißzeit und geringere Nacharbeit, vor allem aber durch bessere Arbeit wieder bezahlt machen. Auch der Konstrukteur kann durch Angabe von Abkanthaltmessern, die fertigungstechnisch möglich sind; wesentlich zur Vermeidung derartiger Fehler beitragen. Auf alle Fälle müssen durch die Arbeitsvorbereitung diese Mängel von vornherein ausgeschaltet werden.

Die oben angeführten Werkstattfehler stellen nun keine Einzelfälle dar, wie man vielleicht annehmen könnte, sondern sind schon mehrfach festgestellt worden. Es liegt daher die Frage nahe, wieso diese Vorbereitungsfehler immer wieder auftreten können und worauf sie letzten Endes zurückzuführen sind. Hierfür sind nach den bisherigen Beobachtungen in der Hauptsache zwei Gründe maßgebend. Bei dem unvermeidlichen Arbeiterwechsel ist zu berücksichtigen, daß die Schweißer nahezu aus allen Berufszweigen in verhältnismäßig kurzer Zeit mit mehr oder weniger gutem Erfolg angelehrt werden können, also im allgemeinen leicht zu ersetzen sind. Dagegen müssen die Arbeiter, die für die schweißgerechte Vorbereitung angesetzt werden, das Schlosserhandwerk als Lehrling erlernt haben, von geringen Ausnahmen abgesehen. Die Schlosser sind also viel schwieriger zu ersetzen, als die Schweißer. Deshalb bilden auch heute im Schweißbau neben den Schweißern vor allem tüchtige Schlosser das Rückgrat der Werkstätte. Im Fahrzeugbau sorgen die Schlosser an Hand der Zeichnungen für den richtigen Zusammenbau, während die Schweißer die Teile nur nach Angabe der Schlosser zusammenheften und schweißen. In den Werkstätten wird zwar auf eine gute Ausbildung der Schweißer selbst Wert gelegt, aber man kann vielfach beobachten, daß die Schlosser, die die Verantwortung für eine maßgerechte Fertigung zu tragen haben, über die besonderen Bedingungen der Schweißverfahren nur sehr unvollkommen unterrichtet sind. Zur Erfüllung ihrer Aufgabe ist es notwendig, daß sie auf den Einfluß der

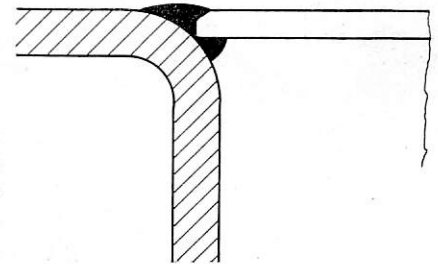


Bild 13.

Vorarbeit auf das Schweißen, also vor allem auf die Schrumpfvorgänge und Verziehlungen aufmerksam gemacht werden. Auch ist es nützlich, wenn sie über den Unterschied der Elektrodenarten, blank und umhüllt, eingehend unterrichtet werden. Beispielsweise müssen die Schlosser auch darüber aufgeklärt werden, welche unangenehme Folgen eine schlecht vorbereitete Stumpfnah mit zu großem oder zu kleinem Wurzelabstand nach sich zieht. An Hand von Bruchstücken sind sie darauf hinzuweisen, daß ungenügendes Auskreuzen der Wurzel von Stumpfnähten stets Fehlbindungen verursacht. Bei den meisten bis jetzt aufgetretenen Stumpfnahbrüchen wurden Wurzelfehler, hervorgerufen durch schlechtes Auskreuzen, als Bruchursache festgestellt. Ferner sind die Schlosser auf die Gefahren aufmerksam zu machen, die durch unzulässige Auftragschweißung an falsch zugeschnittenen Werkstückteilen für die Sicherheit des Fahrzeuges entstehen können. Deshalb sind sie eindringlichst davor zu warnen, mit Hilfe der Schweißurg jeden Vorbereitungsfehler ohne weiteres zu beseitigen. Um nun zu erreichen, daß diese Grundregeln der Schweißtechnik von den Schlossern nicht nur angehört, sondern auch verstanden und in der Fertigung beachtet werden, ist es zweckmäßig, ihnen die schweißtechnischen Grundlagen immer und immer wieder mit Beispielen aus der Praxis vorzutragen, sozusagen einzuhämmern. Schriftliche Betriebsanweisungen, daß dieser oder jener beobachtete Fehler zu vermeiden ist, sind meist zwecklos. In der persönlichen Aufklärung und Anleitung liegt eine der Hauptaufgaben des Schweißingenieurs.

2. Schweißen.

Nach Erledigung der eigentlichen Vorarbeiten kann mit dem Schweißen begonnen werden. Da die Schienenfahrzeuge nahezu ausschließlich in Lichtbogenschweißung ausge-

führt werden, beziehen sich die nachstehenden Ausführungen im wesentlichen auf dieses Verfahren.

Entsprechend den vorhandenen Arbeitsbedingungen und den vom Werkstück aufzunehmenden Beanspruchungen ist der in Frage kommende Schweißdraht auszuwählen. Dabei ist zu beachten, daß nicht so sehr die am Probestück ermittelten Festigkeitswerte von Einfluß sind, als daß vielmehr eingehende praktische Erfahrungen und eine genaue Kenntnis der Werkstättenverhältnisse und der Arbeitsbedingungen vorausgesetzt werden müssen. Es ist nicht entscheidend, welche Elektrode jeweils versuchsmäßig die bessere ist. Eine häufige, kurzzeitige Umstellung von ummantelt auf blank oder umgekehrt ist keinesfalls zu empfehlen. Maßgebend ist letzten Endes, mit welcher Elektrode können bei vorliegenden Fabrikationsverhältnissen die gestellten Bedingungen möglichst wirtschaftlich erfüllt werden.

Das eigentliche Schweißen beginnt bereits mit dem Heften. Mit Hilfe der Heftschweißung können die Werkstücke maßgerecht und schweißfertig aufgebaut werden. Die einzelnen Heftstellen dürfen nicht länger und stärker als notwendig ausgeführt werden, damit die Werkstücke dem Schrumpfvorgang in gewissen Grenzen folgen können, d. h. die Heftnähte müssen beim Wirken der Schrumpfkraft aufreißen. Beim weiteren Schweißvorgang sind diese aufgerissenen Heftnähte grundsätzlich auszukreuzen. Entsprechend der untergeordneten Bedeutung, die den Heftnähten im allgemeinen zukommt, werden sie fast durchweg mangelhaft ausgeführt. Da rißfreie Heftnähte zugleich als Grundnaht zu verwenden sind, ist es nützlich, von den Schweißern zwar knapp bemessene, aber soweit als möglich gute Heftschweißungen zu fordern.

Besondere Sorgfalt ist auf die Ausführung der Grund- oder Wurzelnähte zu verwenden, da von ihrer Güte die Festigkeit der Schweißverbindung in hohem Maße abhängt. Es ist unzulässig, Blankdraht-Kehlnähte bis zu einer Nahthöhe $a = 7$ und 8 mm in einer Lage zu schweißen, da bei dieser Höhe ohne Grundnaht kein einwandfreier Wurzeleinbrand mehr zu erreichen ist. Bis zu $a = 5$, höchstens 6 mm bei Blankdraht und $a = 3$, höchstens 4 mm bei Mantelelektrode kann die Kehlnaht ohne Wurzelnaht gelegt werden. Darüber hinaus muß unbedingt eine Vornahrt gezogen werden. Beim Schweißen der zweiten Lage dürfen aufgerissene Heftnähte nicht überschweißt werden.

Einer der häufigsten Fehler ist das Schweißen mit zu niedriger Stromstärke. Der Grund ist darin zu suchen, daß mit niedriger Stromstärke wesentlich leichter zu schweißen ist als mit hoher Stromstärke. Dieser Fehler ist hauptsächlich bei der Verwendung von blanken Elektroden zu finden, kann aber verhältnismäßig leicht aus der Nahtform erkannt werden (Bild 14).

Sehr große Schwierigkeiten bereitet die Symetrie der Kehlnaht. Meist hängt die Kehlnaht nach abwärts. Beim Schweißen mit Mantelelektroden liegt der Fehler darin, daß entweder die beiden Blehschenkel mit oder ohne Absicht nicht richtig (30° bis 45°) geneigt waren oder daß die Elektrodenhaltung nicht einwandfrei war. Dabei ist die sogenannte Einbrandkerbe im senkrechten Blech zu beobachten. Bei großen Werkstücken ist das Drehen mit Rücksicht auf die Kosten nicht immer möglich. In diesem Fall kann, falls der verwendete Baustahl es zuläßt, die Frage geprüft werden, ob nicht besser blanke oder Seelendrähte zu verwenden sind. Bei blanken Elektroden liegt das Abrutschen der Kehlnaht fast ausschließlich an der falschen Elektrodenführung und es gibt auch heute noch eine nicht unbeträchtliche Zahl von Schweißern, die die Blankdrahtschweißung nicht genügend beherrschen. Bei Stumpfnähten

und bei Kehlnähten bis etwa $a = 6$ mm wird durchweg die Pendelführung angewendet. Bei stärkeren Kehlnähten muß die Elektrodenführung geändert werden, wenn gleichschenkelige Nähte erreicht werden sollen (Bild 15).

Besonders wichtig ist das Auskreuzen von V-Nähten. Dabei genügt es nicht, nur die Schweißtropfen zu entfernen, sondern es muß der ganze ungebundene Werkstoff entfernt werden, wenn eine durch und durch gebundene Schweißnaht erzielt werden soll. Erst dann darf die Kappnaht geschweißt werden. Bild 16 zeigt eine nach kurzer Betriebszeit gebrochene Stumpfnah in einem

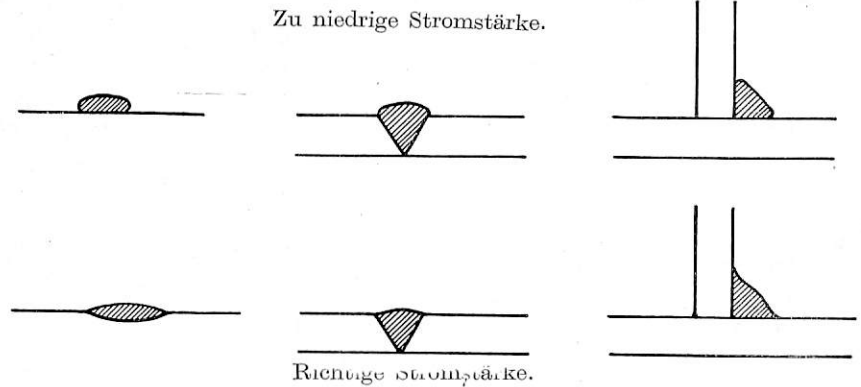


Bild 14. Beurteilung der Stromstärke aus der Nahtoberfläche bei Blankdrahtschweißungen.

Untergurt eines Motortragrahmens. Die Bruchursache ist auf mehrere Schweißfehler zurückzuführen. Entsprechend dem Bruchaussehen ist die eigentliche V-Naht mit der Kappnaht

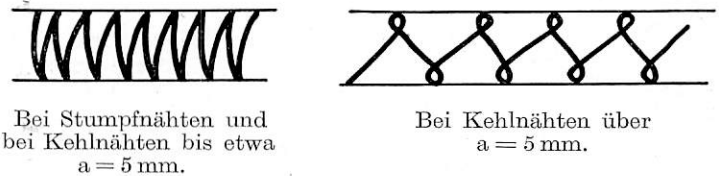


Bild 15. Elektrodenführung bei Kehlnähten mit Blankdraht.

nicht verschmolzen. Zwischen beiden sind noch Schweißspritzer und unverschweißte Nahtkanten deutlich zu erkennen. Daraus folgt, daß bereits die Grundnaht nicht genügend durchgeschweißt ist. Weiter wurde, dem vorhandenen Zwischenraum

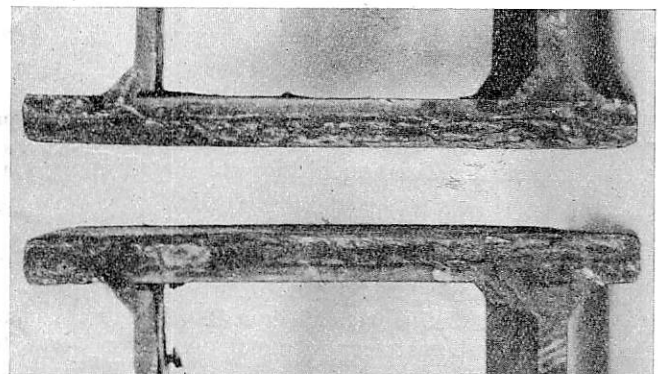


Bild 16. Bruchflächen einer fehlerhaften Stumpfnah.

von V-Naht und Kappnaht nach zu urteilen, letztere ohne Auskreuzen der Wurzel geschweißt. Endlich läßt eine ungebundene Stelle auf zu niedrige Stromstärke schließen. Diese Fehler hätten bei genügendem wurzelseitigen Auskreuzen einwandfrei festgestellt und vermieden werden können. Im allgemeinen wird in der Literatur die Ansicht vertreten, daß V-Nähte von 5 mm Blechstärke abwärts wurzelseitig nicht nachzuschweißen sind.

In der Praxis hat es sich jedoch als zweckmäßig erwiesen, auch die Nähte bei geringerer Blechstärke auszukreuzen und nachzuschweißen, da besonders beim Zusammenbau der zum vollwertigen Durchschweißen ohne Kappnaht notwendige Wurzelabstand nicht mit Sicherheit eingehalten wird.

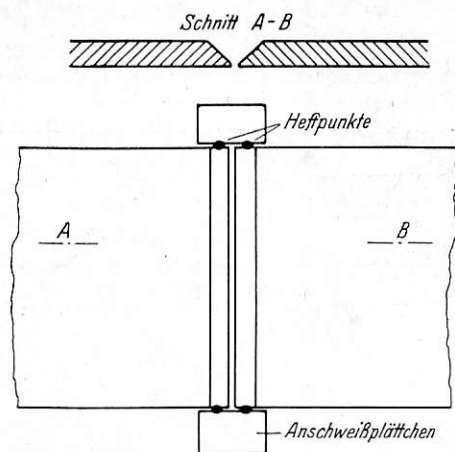


Bild 17. Anschweißplättchen an Stumpfnähten.

Entfernen der Plättchen bleiben die homogenen Nähten am Gurt zurück.

Bei rechtwinkligen Stumpfnähtanschlüssen von Gurtverbindungen müssen die Ecken kerbenfrei ausgeführt sein, z. B.

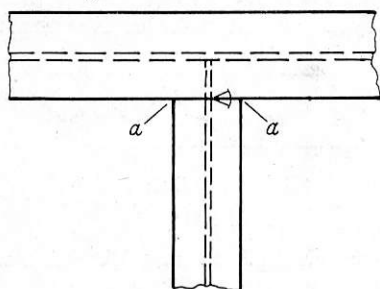


Bild 18. Rechtwinklige Stumpfnähtverbindung.

dürften sich erübrigen, da hierüber die einschlägige Fachliteratur genügend Aufschluß gibt. Besondere Fertigungsbeschreibungen von Fahrzeugteilen folgen zu einem späteren Zeitpunkt.

3. Nacharbeit.

Der Umfang der Nacharbeit, insbesondere Richtarbeit ist in erster Linie von der Güte der Vor- und Schweißarbeit und von der Genauigkeit des Zusammenbaues abhängig. Mit gewissen

Zur Vermeidung der porösen Stumpfnähten an Gurtungen hat sich die Verwendung von Anschweißplättchen als sehr zweckmäßig erwiesen (Bild 17). Vor dem Schweißen der Stumpfnäht wird an jedem Gurtende ein Plättchen angeheftet. Die Stumpfnäht wird dann über die Gurtenden hinaus auf die Plättchen gezogen, so daß die Nähtenden auf diese zu liegen kommen. Nach dem

ist es unbedingt erforderlich, daß die Ecken „a“ in Bild 18 und ähnliche Anschlußecken einwandfrei umschweißt und geschlossen sind. Der Anfang der Naht oder der Endkrater dürfen keinesfalls in den Ecken liegen. Einbrandkerben im Blech müssen vermieden werden.

Weitere Hinweise über das eigentliche Schweißen

Verziehungen und damit Richtarbeiten ist im Schweißbau natürlich immer zu rechnen. Dieser Umstand ist in der Schweißtechnik selbst begründet und muß wohl oder übel mit in Kauf genommen werden. Es ist jedoch vorteilhaft, die Schweißfertigung nach dem Grundsatz durchzuführen, am fertig geschweißten Werkstück so wenig wie möglich zu richten. Die bisherige Erfahrung zeigt nämlich, daß Fahrzeuge, insbesondere Drehgestelle, obgleich sie für die Abnahme durch umfangreiches Kalt- und Warmrichten genau auf Maß gebracht werden, unter dem Einfluß der Betriebsbeanspruchung zu ihrem durch die Schweißfertigung bedingten Zustand mit mehr oder weniger großen Maßgenauigkeiten zurückkehren. Deshalb sind die Fahrzeuge möglichst genau zusammenzubauen, damit sich größere Richtarbeiten erübrigen. Kleinere Ungenauigkeiten können ohne weiteres durch Kalthämmern oder stellenweises Erhitzen beseitigt werden, wobei das Hämmern den Spannungsausgleich fördert. Ein Spannungsfreiglühen ist bei geschweißten Fahrzeugrahmen im allgemeinen nicht üblich. Beim Warmrichten ist zu beachten, daß die Richtstellen keinesfalls über Rotwärme hinaus erhitzt werden dürfen, wenn eine Überhitzung oder Entkohlung des Werkstoffes vermieden werden soll. In diesen Fällen müssen zu hoch erhitze Stellen der Werkstoffoberfläche durch Abschleifen beseitigt werden. Die Grenze der erreichbaren Genauigkeit liegt im Schweißbau etwa bei ± 1 mm. Wird eine größere Maßhaltigkeit verlangt, so ist sie vom Maschinenbaustandpunkt aus nur durch eine mechanische Bearbeitung mit Sicherheit zu erzielen. Dieses Verfahren setzt natürlich entsprechende Werkzeugmaschinen voraus. Im Lokomotivbau sind die notwendigen Bearbeitungsmaschinen meist vorhanden, während dies im Wagenbau nicht der Fall ist. Hier ist man leider gezwungen, eine Genauigkeit von Bruchteilen von mm durch zeitraubende Handarbeit, Schleifen und Feilen, manchmal sogar mit Blechbeilagen schlecht und recht herzustellen.

Ebenso wie der Umfang der Richtarbeit, so wird auch der Zeitaufwand für das Verputzen der geschweißten Werkstücke in der Hauptsache von der sachgemäßen Ausführung der Vor- und Schweißarbeiten beeinflusst. Zum Verputzen gehört in erster Linie die Beseitigung der Schlacken und Schweißspritzer, was bei Mantelelektroden mehr Zeit verlangt als bei der Blankdrahtschweißung. Weiter fällt unter das Verputzen das kerbenfreie Überschleifen und Überfeilen der bearbeiteten Blech- und Profilkanten. Auch an Walzkanten müssen Einbrandkerben entfernt werden. Ebenso sind zurückgebliebene Körnerlöcher an den Schnittkanten oder Hobel- und Stoßriefen abzarbeiten. Das Überschleifen der Kehlnähte ist in keinem Fall notwendig, während für die Gurtstumpfstöße, vor allem an den Drehgestellen, eine kerbenfreie Nacharbeit, besonders an den Enden, erforderlich ist. Weitere Nacharbeiten sind, saubere Schweißarbeit vorausgesetzt, nicht durchzuführen.

Persönliches.

Zum 100. Todestag F. A. Ritter von Gerstners.

Am 12. April 1940 jährte sich zum 100. Male der Todestag F. A. Ritter von Gerstners, den man den ersten Eisenbahningenieur Europas genannt hat und dessen Tatkraft und weitschauender technischer Gestaltungskraft die Inangriffnahme des ersten Eisenbahnbaues auf dem europäischen Festland, der Bahn Linz—Budweis und die Ausführung des ersten Teiles zu danken ist. Mag auch die bauliche Gestaltung des Oberbaues uns noch recht urtümlich erscheinen — er bestand aus hölzernen Langschwelen mit aufgelegten eisernen Flachschienen, in deren Rillen die Räder liefen —, so ließ ihn doch sein Weitblick für die Trassierung der Bahnlinie Grundsätze anwenden, die für den späteren Bahnbau selbstverständlich wurden. Entgegen der englischen Meinung, die nicht los-

kam von dem Gedanken der ungenügenden Reibung der Lokomotivräder und die Bahnen möglichst eben anlegen, die Steigungen, gewissermaßen den Schleusen eines Kanals vergleichbar, durch Seilzugrampen überwinden wollte, suchte er, dem Vorbild der Kunststraßen folgend, größere Steigungen als 1:120 sowie Bogenhalbmesser unter 190 m und verlorene Steigungen zu vermeiden. Dadurch sollte auch der späteren Einführung des Lokomotivbetriebes, den Gerstners im Auge hatte, die Wege geebnet werden. Die erheblichen Kosten, die der solide Bau Gerstners mit sich brachte, führte dazu, daß dieser im Jahre 1828 vom Bau zurücktrat; die Weiterführung bis zur Vollendung übernahm der Schüler Gerstners, Schönerer, der unter dem Drängen der Gesellschaft die Grundsätze Gerstners verließ. Abgesehen von dem unzureichenden Ober-

bau war dies mit ein Grund, daß die spätere Einführung des Lokomotivbetriebes unmöglich wurde: die 128,8 km lange Bahn wurde bis zu ihrem Umbau, der im Jahre 1868 in Angriff genommen wurde, mit Pferden betrieben. — Zum Gedenken an die Begründung der ersten österreichischen Eisenbahn hat die österreichische Regierung im Jahre 1924 eine Gedenkfeier veranstaltet. Anlässlich dieser Feier haben wir im Jahrgang 1924 einige Ausführungen über die technische Seite dieses für die Eisenbahngeschichte bedeutsamen Bahnbaues gebracht. — Gerstner suchte sich nach seinem Ausscheiden aus der „k. k. privil. ersten österreichischen

Eisenbahngesellschaft“, die den Bau der Bahn betrieb, einen anderen Wirkungskreis. Er fand diesen in Rußland, wo er die erste russische Eisenbahn von Petersburg nach Zarskoje-Zelo baute. Sein rastloser Unternehmungsgeist führte ihn noch nach Nordamerika zum Studium des dortigen Eisenbahnbaues. Dort ereilte ihn im Alter von noch nicht 47 Jahren der Tod. Seine Grundgedanken über die Anlegung von Eisenbahnlinien aber wirkten weiter und fanden in den späteren großen Bahnbauten eines Ghenga beim Bau der Semmeringbahn ihre weitere Verwirklichung und Anwendung.
Dr. Ue.

Rundschau.

2 B 1 - h 1 - Schnellfahr-Tenderlokomotive *) (Einzyylinderlokomotive)

von Paul und Friedrich-Wilhelm Schöning, Diplom-Ingenieure, Berlin.

Als im Jahre 1933 der „Fliegende Hamburger“ in Betrieb genommen wurde, tauchten bald danach Entwürfe von leichten Stromlinien-Dampflokomotiven auf, die dasselbe Leistungsprogramm (150/160 km/Std. mit zwei D-Zugwagen) erfüllen sollten. Ein solcher Entwurf ist in der 2 B 1-h 2-Innenzylinderlokomotive von Henschel & Sohn/Kassel bekannt geworden**). Im Nachfolgenden wird für diese Aufgabe eine Einzyylinderlokomotive, bei der nur ein Zylinder, in Lokomotivmitte liegend, angeordnet ist, vorgeschlagen und in ihren Grundlagen erörtert. Der Vorschlag ist aus dem Bestreben hervorgegangen, einerseits den Dampfverbrauch zu vermindern, andererseits die störenden Bewegungen selbst bei Höchstgeschwindigkeiten auf ein Mindestmaß zurückzuführen.

Da im Vergleich zu einer gleich starken Zwillingslokomotive (von 2×425 mm Zylinderdurchmesser im vorliegenden Fall) der eine Zylinder bei gleichem Hub von 660 mm $\sqrt{2} \times$ so groß im

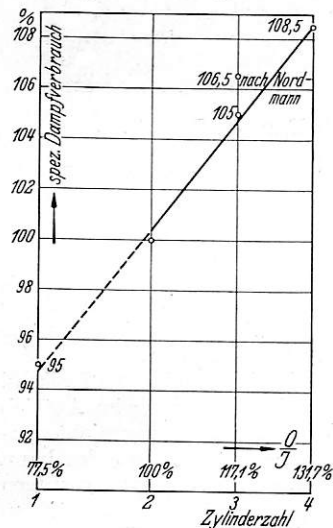


Abb. 1. Einfluß der Zylinderzahl auf den spez. Dampfverbrauch.

Durchmesser (= 600 mm) sein muß, ergibt sich dadurch ein Verhältnis von Zylinderoberfläche zu -inhalt $O/J = \sim 0,78$ bei der Einzyylinderlokomotive gegenüber 1,0 beim Zwilling. Je größer dieses Verhältnis O/J wird, um so größer sind die abkühlenden Flächen, die den Dampfverbrauch ungünstig beeinflussen. Bei gleich starken Drilling- oder Vierlinglokomotiven würde dieses Verhältnis noch ungünstiger werden. Trägt man nun über den Zylinderzahlen (bzw. den zugehörigen Verhältnissen O/J) die auf Grund der Veröffentlichungen von Meineke***) und Nordmann†) ermittelten Dampfverbrauchszahlen auf, wobei die Zwillingslokomotive = 100% gesetzt ist, so erhält man bei der Einzyylinderlokomotive durch Extrapolation 95%, d. h. 5% Dampfersparnis (s. Abb. 1). Berücksichtigt man weiter die geschützte innere Lage des Mittenzylinders, so kann man gegenüber einer Zwillingslokomotive mit Außenzylindern schätzungsweise weitere 5% Dampfersparnis verbuchen, so daß sich eine Gesamtdampfersparnis von $\sim 10\%$ gegenüber einer gleich starken Zwillingslokomotive mit Außen-

*) Wir bringen diesen Vorschlag als Beitrag zu den Bestrebungen, den Dampfverbrauch der Lokomotiven zu verringern und die Laufruhe bei Höchstgeschwindigkeiten zu verbessern, ohne uns mit den Vorschlägen in allen Punkten einverstanden erklären zu können.
Der Herausgeber.

***) Glasers Ann. vom 1. August 1934, S. 22, Prof. Nordmann: „Ist die Dampflokomotive veraltet?“

****) „Kurzes Lehrbuch des Dampflokotivbaues“, S. 71.

†) Glasers Ann. vom 1. Dezember 1938, S. 328.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXXVII. Band.

zylindern ergibt. Legt man den Dampfverbrauch der 03-Lokomotive mit 6,2 kg/PS_h zugrunde, so kann man hier bei der Einzyylinderlokomotive mit $\sim 5,6$ kg/PS_h rechnen.

Für die Beurteilung der Güte des Massenausgleichs einer Lokomotive ist der ausgeglichene Anteil der hin- und hergehenden Massen maßgebend. Im vorliegenden Fall der Einzyylinderlokomotive lassen sich die hin- und hergehenden Massen etwa in dreifacher Höhe ausgleichen wie bei einer gleich starken Zwillingslokomotive mit Außenzylindern, weil beim Einzyylindertriebwerk die doppelte Anzahl Radscheiben zur Aufnahme der Gegengewichte zur Verfügung steht wie beim Zwilling und die hin- und hergehenden Massen des Einzyylindertriebwerkes (mit $\sqrt{2} \times$ so großem Zylinderdurchmesser) nicht so schwer ausfallen wie die von einem vergleichsfähigen Zwillingstriebwerk zusammen. Dadurch ergibt sich eine Verminderung des Zuckweges von 3,1 auf $\sim 2,5$ mm. Das „Drehen“ (Drehbewegung um die senkrechte Achse) ist bei der Einzyylinderlokomotive gleich Null, da der Hebelarm Null ist; ebenso muß hier aus dem gleichen Grunde das Wanken der Lokomotive, wie es durch die periodisch wechselnden Gleitbahndrücke auftreten kann, wegfallen.

Wenn schon die 03-Lokomotive als Zwillingslokomotive mit Außenzylindern bei höchsten Geschwindigkeiten noch verhältnismäßig gute Laufeigenschaften erzielte, muß die Einzyylinderlokomotive aus den oben angeführten Gründen erheblich besser laufen und somit gerade als Schnellläufer geeignet sein.

In der Richtung einer weiteren Verringerung des Dampfverbrauches liegt die Anordnung getrennter Steuerorgane für Ein- und Auslaß des Dampfes. Die Hauptvorteile dieser Steuerung sind:

- Infolge der Trennung von „Heiß“ und „Kalt“ in den Kanälen geringere Abkühlungsverluste.
- Da bei Ein- und Auslaßschieber innere Einströmung bzw. innere Ausströmung vorgesehen ist, ist die Steuerung „stopfbuchsenlos“; somit sind keine Dampfverluste in dieser Beziehung möglich.
- Es lassen sich große Ausströmquerschnitte unterbringen, somit ist der Gegendruck beim Auspuff geringer.
- Eine Druckausgleichvorrichtung für Leerlauf kann mit großen Überströmquerschnitten im Einlaßschieber vorgesehen werden; die Schieberkörper werden durch den Dampfdruck bzw. durch eine Feder (in Anlehnung an die Bauart Trofimoff*) und Meineke**) gesteuert.

Anfahreinrichtungen.

Eine einzyindrige und somit einkurbelige Lokomotive kann nicht allein anfahren, wenn die Kurbel in den Totpunkten oder in ihrer Nähe ($\pm 10^\circ$) steht. Zwar besteht nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung die „Wahrscheinlichkeit“ zu 89%, daß die Lokomotive nicht auf den Totpunkten ± 10 Kurbelgraden stehen bleibt. Für die restlichen 11% „Unwahrscheinlichkeit“ müssen aber besondere Anfahreinrichtungen geschaffen

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. vom 20. März 1930, S. 185 und 186, Fachheft: „Die Lokomotive der Gegenwart“, I. Teil: Bauart; Makarow: „Leerlauf-Druckausgleichvorrichtungen der russischen Dampflokomotiven, Bauart Trofimoff“.

**) Z. d. V. D. I. vom 25. Mai 1929, S. 727, Prof. Meineke: „Leerlaufeinrichtungen an Lokomotiven“.

werden. Sie sind nur für längstens $\frac{1}{2}$ Umlauf der Kurbelwelle benötigt.

Die Anfahrrichtungen können auf zweifache Art gestaltet werden:

a) Mit Schaltrad und schwingendem Dampfzylinder.

An einem Treibrad ist innen ein Zahnkranz angeflanscht, in den ein auf einem schräg liegenden Schlitten gelagertes Ritzel eingreifen kann. Das Ritzel erhält seinen Antrieb von einem schwingend aufgehängten Dampfzylinder über ein Schaltwerk. Die Klinke wird je nach Fahrtrichtung durch die Steuerung eingestellt. Es kann damit auf eine Anfahrsgeschwindigkeit von $\sim \frac{1}{2}$ km/Std. gerechnet werden. Das Einkämmen des Ritzels besorgt ein besonderer Vortriebszylinder, der zugleich mit dem Schaltzylinder Frischdampf erhält.

b) Mit elektrischem Anlassermotor.

Die Lokomotive würde wie beim Henschel-Wegmann-Zug für die Stromversorgung des Zweiwagenzuges mit einem 5 kW-Turbo-generator ausgerüstet; seine Leistung kann auf einen 6 PS-Anlassermotor mit Schubanker geschaltet werden. Über ein doppeltes Zahnradvorgelege, das axialverschieblich ausgebildet ist, wird die Drehbewegung auf den vorerwähnten Zahnkranz übertragen. Nach $\frac{1}{2}$ Umlauf der Kurbelwelle spurt das Ritzel mittels Federkraft wieder aus.

Das weitere Beschleunigen der Lokomotive auf 150/160 km/Std. geschieht fast in der gleichen Zeit wie bei den üblichen Zwillingslokomotiven; nur muß hier vorgeschrieben werden, daß bis 40 km/Std. gesendet wird. Infolge des größeren Ungleichförmigkeitsgrades der Einzylinderlokomotive könnte sonst bei ungesandeten Schienen nur mit stark gedrosseltem Dampfdruck angefahren werden. Jedoch wird bei Sandung der Einzylinderlokomotive etwa der gleiche Reibwert erreicht wie bei Zwillingslokomotiven ohne Sandung. — Da entsprechend dem Verwendungszweck der Einzylinderlokomotive als Ersatzdampfzug für Schnelltriebwagen selten angefahren und beschleunigt zu werden braucht, spielt das Anfahren keine ausschlaggebende Rolle.

Dampflokomotiven mit Einzelachsantrieb.

Der bisherige unmittelbare Antrieb der Treibräder und die Kupplung derselben durch Stangen hat bekanntlich, abgesehen von erhöhtem Widerstand, den Nachteil der starken Zugkraftschwankungen während einer Treibradumdrehung. Durch Anordnung von drei oder vier Zylindern lassen sich diese Schwankungen zwar mildern, das vollkommen gleichförmige Drehmoment des neuzeitlichen Einzelachsantriebes von elektrischen Lokomotiven wird jedoch keinesfalls erreicht.

Man hat deshalb versucht, solche Einzelachsantriebe auch für Dampflokomotiven zu schaffen. Eine derartige 1 B₀ 1-Lokomotive (Bild 1) wurde vor einiger Zeit für die Ägyptischen Staatsbahnen

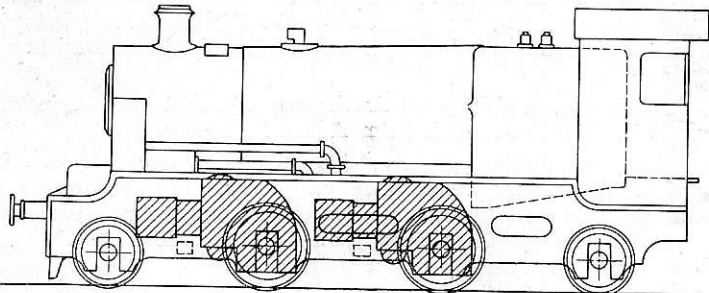


Bild 1. 1 B₀ 1-Lokomotive der Ägyptischen Staatsbahnen.

gebaut. Der Kessel, der äußere Plattenrahmen und die Abfederung mit über den Achslagern angeordneten Blattfedern zeigen nichts Besonderes. Bemerkenswert ist lediglich der große feste Achsstand von 7163 mm.

Die beiden mittleren Achsen werden durch je eine zweizylindrige Dampfmaschine von 279 mm Bohrung und 305 mm Hub über ein Vorgelege in Achsmittle mit der Übersetzung 35:55 angetrieben. Jeder Maschinensatz ist vollständig eingekapselt. Getriebe und Vorgelege laufen im Ölbad. Die Antriebsmaschinen sind ähnlich wie bei den Tatzlagermotoren elektrischer Lokomotiven aufgehängt. Die abgeänderte Hackworth-Steuerung treibt Kolbenschieber. Sie wird über ein doppeltes Vorgelege von einer

besonderen Hilfskurbelwelle angetrieben. Die kurze Hauptkurbelachse hat Rollenlager.

Die Ausbildung des Antriebes gestattet einen Treibraddurchmesser von nur 1137 mm. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 57,5 t.

Noch weitgehender ist ein Vorschlag des bekannten Baurates Dr. Hugo Lentz, bei dem nicht nur auf Erfahrungen im Bau von elektrischen Lokomotiven zurückgegriffen wird, sondern auch auf Entwicklungsrichtungen im Bau von neuzeitlichen Straßenfahrzeugen. Der Rahmen der von ihm vorgeschlagenen Lokomotive besteht aus zwei kastenförmigen Längsträgern, die in Höhe der einzelnen Räder durch ebenfalls kastenförmige Querträger miteinander verbunden und abgesteift sind. Jedes Rad besitzt zwei kurze Achsschenkel, die in Rollenlagern laufen. Ein Achssatz in der bisher üblichen Form mit zwei festen Rädern ist also nicht vorhanden, sondern jedes einzelne Rad für sich gelagert. Die äußeren und inneren Wälzlager sind durch Lenkerarme beweglich an den Rahmenwangen aufgehängt und in Ausschnitten derselben geführt. Die Lokomotive ist in üblicher Weise durch untenliegende Blattfedern abgedefert, wobei die Anwendung von Ausgleichbein wie bisher möglich ist.

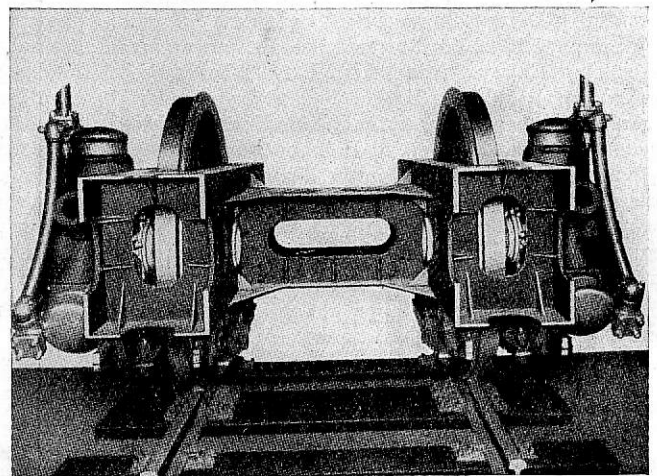


Bild 2. Einzelachsantrieb Bauart „Lentz“.

Der Antrieb der einzelnen Achsen erfolgt durch die von Lentz vorgeschlagenen auf beiden Seiten eines Radsatzes angeordneten Sternmotoren mit je drei oder sechs Zylindern, die außen am Rahmen aufgehängt werden (Bild 2). Die Motoren von etwa 500 PS mittlerer Leistung arbeiten einfachwirkend im Gleichstrom mit Dampf von 30 atü und 480–500° C Überhitzung mit bis zu 2500 Umdrehungen in der Minute. Die Achse der Kurbelwelle fällt mit der Aufhängeachse des Lenkers zusammen. Ein auf der Kurbelwelle sitzendes Ritzel kämmt mit einem mit dem Treibrad festverbundenen Zahnrad. Eine besondere Federung im Antrieb ist bei der hier geschilderten Art der Radaufhängung nicht vorgesehen. Durch Änderung der Übersetzung der Zahnräder kann den verschiedenen Betriebsanforderungen Rechnung getragen werden. Der Treibraddurchmesser ist mit 1600 mm angegeben.

Zur Erreichung der hohen Überhitzung ist der Einbau eines Strahlungsüberhitzers vorgesehen. Bei diesem reichen die Umkehrenden der einfachen Rohrschlangen bis in die Feuerbüchse hinein und sind so der unmittelbaren Strahlung des Feuers auf dem Rost ausgesetzt.

Schließlich ist noch Dampfniederschlag durch Luftkondensator bei äußerem Luftdruck vorgesehen. Dieser Vorschlag weist in seiner Gesamtheit so viel Bemerkenswertes auf, daß er eine Besprechung verdient. Seine praktische Bewährung müßte jedoch erst durch die Fahrten einer Versuchslokomotive bewiesen werden.

Dr. W. Lübsen, VDI.

Die 1'D 1'-Lokomotive mit Schlepptender bei der Deutschen Reichsbahn.

Die 1'D 1'-Lokomotive mit Schlepptender hat bei der Deutschen Reichsbahn eine eigenartige Entwicklung genommen, die es verdient, mit einigen Bemerkungen auf sie einzugehen. Während

Die Dampfzylinder haben 560 mm Durchmesser und 660 mm Hub. Dieses Maß für den Hub, welches bei den deutschen Schnellzuglokomotiven üblich ist, gilt in Amerika als außergewöhnlich kurz und ist überhaupt zum erstenmal an einer Schnellzuglokomotive ausgeführt worden.

Kolben, Kolbenstange und Kreuzkopf sind unter Verwendung hochwertigen Stahls in Leichtbauweise ausgeführt. Die Kreuzkopfschuhe sind aus Aluminiumlegierung hergestellt. Jedes Zylinderpaar hat eine besondere Ausströmung und ein Blasrohr, denen der Dampf für die Speisewasservorwärmung entnommen wird.

Die Kuppelstangen haben sphärische Buchsenlager an beiden Enden. Die konvex-sphärische Bronzebuchse schwimmt zwischen dem Kurbelzapfen und der konkav-sphärischen Stahlbuchse, die in den Stangenkopf eingepreßt ist. Die Treibstange hat auf dem Kurbelzapfen eine zylindrische Schwimmbuchse. Die hin- und hergehenden Teile jeder Maschinenseite haben ein Gewicht von 458 kg, von denen 52% ausgeglichen sind.

Die Drehgestelle sind in ihrer Abstützung und Federung sorgfältig durchgebildet. Die Radsätze laufen ebenfalls in Rollenlagern. Beide Drehgestelle haben Außenrahmen.

Gruppe Südwest der französischen Nationalen Eisenbahngesellschaft, veranlaßt, zwei eigens für den Verschiebedienst auf Ab-

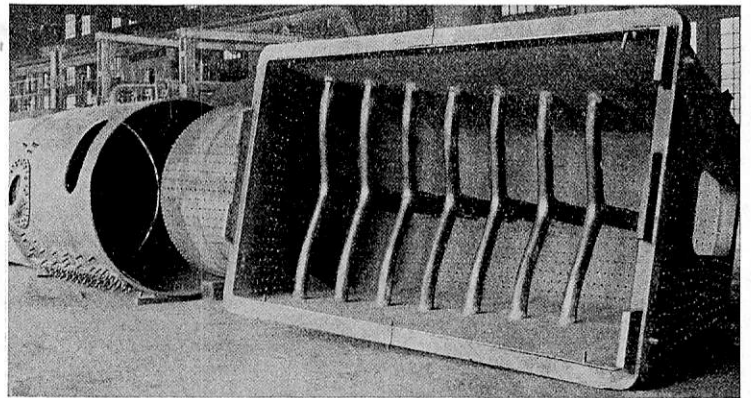


Abb. 3. Innenansicht der Feuerbüchse mit 7 Wasserumlaufrohren. Verbrennungskammer.

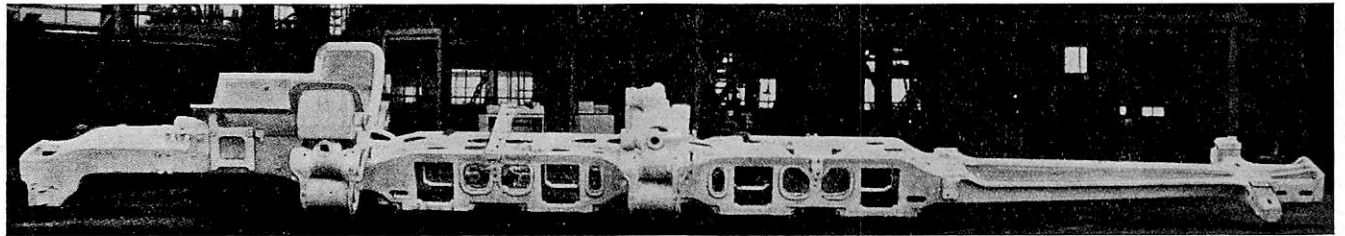


Abb. 4. Der Stahlgußrahmen. Länge 23,711 m, Gewicht 44 300 kg.

Hauptabmessungen.

Dienstgewicht der Lokomotive	271,5 t
Dienstgewicht des Tenders	201,7 „
Reibungsgewicht	125,7 „
Belastung des vorderen Drehgestells einschließlich Eigengewicht	60,2 „
Belastung des hinteren Drehgestells ebenso	85,5 „
Gesamter Radstand der gekuppelten Achsen	8,077 m
Gesamtradstand der Lokomotive	19,610 „
Gesamtradstand von Lokomotive und Tender	37,726 „
Dampfzylinder: Zahl/Durchmesser/Hub	4/558, 8/660 mm
Treibrad-Durchmesser	2130 „
Laufreddurchmesser, vorderes Drehgestell	915 „
Laufreddurchmesser, hinteres Drehgestell	1065 „
Dampfdruck	21 kg/cm ²
Länge der Verbrennungskammer	3,05 m
Heizrohre: Zahl/Durchmesser	219/57,2 mm
Rauchrohre: Zahl/Durchmesser	69/139,7 „
Rostfläche	12,2 m ²
Heizfläche Feuerbüchse einschließlich Verbrennungskammer	61,5 „
Heizfläche der Rohre	465,0 „
Verdampfungsheizfläche	526,5 „
Überhitzerheizfläche	194,0 „
Wasservorrat im Tender	110 m ³
Kohlenvorrat	26,5 t

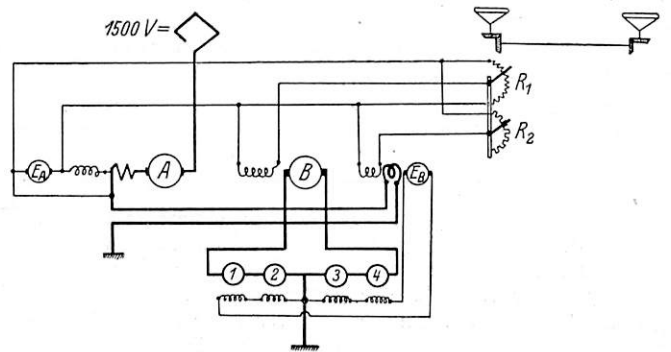
Die Lokomotive wird auf der Ausstellung unter eigenem Dampf vorgeführt. Sie steht auf einem Vorführstand nach Art der ortsfesten Prüfstände, der so eingerichtet ist, daß auch die Drehgestellradsätze und die Tenderradsätze mit der gleichen Drehzahl mitlaufen, die sie auf dem Gleise haben würden. Fr. Z.

Rly. Age, Juni 1939. — Rly. Gaz., April 1939.

Französische Gleichstrom-Verschiebelokomotiven.

Schon in den Jahren 1933 und 1937 hat die frühere Paris-Orléans-Bahn gelegentlich ihrer Umstellung von 600 auf 1500 Volt 13 alte B₀-B₀-Lokomotiven auf Metadyne-Steuerung für Verschiebebetrieb umgebaut (s. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1938, Heft 16). Die guten Erfahrungen haben nun die Verwaltung, jetzt

laufücken konstruierte Lokomotiven in Auftrag zu geben, und zwar bei der Lokomotivbaugesellschaft Oerlikon, Zürich-Oerlikon. Den Anstoß dazu gab die Einbeziehung auch der Güterbahnhöfe der Strecke Paris—Vierzon in den elektrischen Betrieb, die neben der durchgehend elektrisierten Hauptlinie anfänglich noch mit Dampflokomotiven bedient waren. Man will dabei auch zugleich den Betrieb an den Ablaufbergen allgemein stromwirtschaftlich



A = Verbundmotor EA u. EB Erregermaschinen
B = Nebenschlußgenerator 1 bis 4 Fahrmotoren
R₁ u. R₂ Regelwiderstände
Grundschaltbild der Hauptstromkreise.

verbessern. Dazu braucht man Abdrücklokomotiven, die bei den Geschwindigkeiten von 2 bis 12 km/Std. ohne den bei Widerstandsregelung üblichen 50 bis 60%igen Energieverlust arbeiten können, also nur mit Spannungsregelung gesteuert werden.

Gefordert wurde: Größtes Zuggewicht 1400 t, größte Zugkraft am Zughaken 20000 kg, Achsdruck 18 t, notwendiges Reibungsgewicht 90 t, also C-C-Lokomotiven;

Geschwindigkeit beim Aufziehen 12 km/Std., beim Abdrücken 2 km, bei Leerfahrt 25 km, bei gezogener Lokomotive 50km/Std.;

Leistung der Fahrmotoren höchstens 350 kW, verlustlose Regelung bei allen Geschwindigkeiten von 0 bis 25 km/Std.

Im Gegensatz zum eigentlichen „Metadyne“-System wurde dabei die schwere „Metadyne“ oder Zwischenkraftmaschine mit

ihrer Quersfeldstromentnahme, dem eigenen Anwurfmotor und den mannigfachen Schaltern durch einen üblichen Motorgenerator ersetzt, der nach dem angegebenen Schaltbild auf die Fahrmotoren arbeitet.

Die elektrische Ausrüstung besteht somit im wesentlichen aus: 1. dem Umformermotor von 525/400 kW Std./Dauerleistung bei 1350 Volt (1500 V am Fahrdraht); 2. dem Umformergenerator für 385/300 Amp. Std./Dauerstrom bei Spannungen zwischen 0 und 1500 Volt; 3. den vier Fahrmotoren mit den gleichen Strömen bei je $\frac{1}{4}$ der Generatorspannung (Reihenschaltung); 4. den zwei Erregermaschinen.

Die Umformermaschinen und die beiden Erreger sitzen auf einer durchgehenden Welle, die Hilfsmaschinen außen fliegend, alle mit Eigenlüftung. Die Fahrmotoren sind in Tatzlagern aufgehängt, arbeiten mit Übersetzung 14:100 und werden mit je 40 m³/min Luft von 45 mm WS gekühlt. Die Lüftermotoren werden von der Erregermaschine Ea mit 80/100 V gespeist. Die Drehzahl der Hauptwelle wird durch einen Fliehkraftregler auf 2000 Umdr./Min. begrenzt. Der vollständige Umformersatz wiegt nur 5800 kg. Die Steuerkreise werden gespeist von einem NiCd-Sammler mit 48 Zellen von zusammen 72 V und 72 Ah. Die Hochspannungskreise werden wie üblich durch Schlüsselverriegelungen geschützt.

Das Schaltrad betätigt zwei Walzen, eine unmittelbar für die Schaltbefehle, und eine zweite mit Hohlwelle mittelbar über einen Servomotor. Diese regelt die Widerstände R_1 und R_2 in den Erregerkreisen mit einer vom ersten Schaltbefehl unabhängigen ausgeglichenen Geschwindigkeit. In Notfällen drückt der Führer einen Schaltknopf, wodurch dieser Umweg umgangen wird und die Fahrmotoren sofort verstärkte Erregung erhalten. Die Mehrfachbetätigung erleichtert dem Führer das Beobachten des Verschiebegegeschäfts. Jeder Stellung des Handrads entspricht eine bestimmte Fahrgeschwindigkeit unabhängig von Last und Steigung. Schaltet der Führer auf Gegenrichtung, so bremst die Lokomotive

erst bis zum Stillstand und zieht dann in Gegenrichtung an bis zu der eingestellten Geschwindigkeit. Im Verein mit der Fähigkeit zur Nutzbremse erfüllt diese elektrische Einrichtung voll die gestellte Forderung nach verlustloser und stetiger Geschwindigkeitsregelung. Dies wird überdies mit geringerem Aufwand an Maschinen und Apparaten erreicht als bei den ursprünglichen Metadyne-Lokomotiven; also eine Rückkehr zu den einfacheren Elementen.

Der mechanische Teil bietet nichts grundlegend Neues. Der Hauptrahmen aus genieteten Langträgern trägt den Kastenaufbau mit dem Führerstand in der Mitte. Die Triebdrehgestelle sind von üblicher Bauart. Die drei Achsen jedes Gestells sind stangengekuppelt, die äußeren sind angetrieben, die mittlere hat geschwächten Spurkranz. Die Motoren arbeiten mit je zwei Ritzeln auf ihre Achsen, die Tatzlager sind mit Gummiringen Paulstra-Dunlop gefedert. Die Puffer sind Ringfederbauart.

Die äußeren Hauptabmessungen der Lokomotiven sind:

Länge über Puffer	17,19 m
Gesamter/fester Radstand	12,3/4,1 „
Raddurchmesser	1,4 „
Gewicht des mechanischen/elektrischen Teils.	68,8/20,6 t

Die beiden Lokomotiven sind Anfang 1938 zunächst auf den Ablaufbergen der Bahnhöfe Juvisy und Vierzon eingesetzt worden. Sie haben bis März 1939 zusammen 42000 km gefahren und wochenlang im 24-Std.-Betrieb gearbeitet, mit Zügen bis 2000 t. Die Temperaturen sind stets unter den errechneten geblieben, die elektrischen Anlagen also reichlich bemessen. Der Verbrauch an Bremsklötzen ist erheblich zurückgegangen. Der Energieverbrauch ist von 88 auf 56 Wh je verteilte Tonne Wagengewicht gesunken. Auch diese Lokomotiven liefern also einen weiteren Beweis für die Wirtschaftlichkeit der stufenlosen Steuerung im Gleichstrombetrieb.

Sch-1.

(Rev. Gén. Chemins de Fer, Mai 1939.)

Bücherschau.

Jürgensmeyer, Gestaltung von Wälzlager. Berlin: Julius Springer. 92 Seiten, 134 Abbildungen, Preis kart. 4,80 *R.M.*

Dem ausführlichen Werk von Jürgensmeyer über die Wälzlager, das 1937 erschien*), ist nun eine kurze Zusammenstellung der für den Konstrukteur wichtigsten Grundlagen über Wälzlager gefolgt. Dieser Abriß über die Gestaltung von Wälzlager ist in der Reihe der von Professor Cornelius Berlin herausgegebenen Konstruktionsbücher erschienen. Das Buch bringt in knapper und übersichtlicher Form zunächst im ersten Abschnitt eine übersichtliche Beschreibung der neuzeitlichen Wälzlagerarten: Querkugel-, Querrollen-, Längskugel- und Längsrollenlager, um in einem zweiten Abschnitt die Gestaltung der Lagerstellen, ausgehend von den vom Lager aufzunehmenden Kräften, darzustellen.

Jürgensmeyer, Einbau und Wartung der Wälzlager. Berlin: Verlag Julius Springer. 68 Seiten, 102 Abbildungen, Preis broschiert 2.— *R.M.*

In gleicher Weise wie „die Gestaltung von Wälzlager“ ist auch das Teilgebiet „Einbau und Wartung der Wälzlager“ gesondert erschienen, dieses in der von Dr. Ing. Haake herausgegebenen Sammlung der Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Konstrukteure und Facharbeiter. Es ergänzt das oben besprochene Buch hinsichtlich der für den Einbau und die Wartung notwendigen Kenntnisse, Beschaffenheit und Prüfung der Sitzflächen bilden als Voraussetzung für einwandfreies Arbeiten und für die Erhaltung der Wälzlager besondere Abschnitte.

Bei der steten und raschen Erweiterung der Anwendung von Wälzlager sind beide Bücher, die von einem in der Wälzlagerfabrikation tätigen Fachmann für die Praxis geschrieben sind, eine vollkommene Neuerscheinung, zumal sich der Preis in bescheidenen Grenzen hält.

*) Siehe Besprechung im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1938, Seite 62.

Werkstoff für Gleitlager. Herausgegeben von Dr. Ing. R. Kühnel, Oberreichsbahnrat in Berlin. Berlin: Julius Springer 1939.

Das Werk gibt neben einer grundsätzlichen Abhandlung über Lagerkonstruktion eine hervorragende Zusammenfassung der Eigenschaften aller Lagerwerkstoffe, ihrer Prüfung und Verwendung. Es ist ein Musterbeispiel wie aus einer Zusammenarbeit vieler Einzelner, zum Teil aus den Beiträgen von führenden Fachleuten zum Ausschuß für Lagerfragen, ein klarer Überblick über ein Gebiet geschaffen wird, das sich in letzter Zeit stürmisch entwickelt hat. Dabei steht der Inhalt stark unter dem Einfluß der Aufgaben des Vierjahresplanes, devisenbelastete Lagerwerkstoffe zu sparen und durch Heimstoffe zu ersetzen.

Die allgemeinen Abschnitte behandeln Grundlagen der Konstruktion, die Auswahl und Bewertung der Werkstoffe, Lagerprüfverfahren und entsprechende Einrichtungen. Dann werden für die verschiedenen Werkstoffe ausführlich Herstellungstechnik, mechanische Eigenschaften, Gefügebau, Erfahrungsbeispiele, Fehler und deren Beseitigung behandelt. Dabei gliedern sich diese Ausführungen in folgende Hauptgruppen:

Nichtmetallische Stoffe (Kunststoffe), Aluminiumlegierungen, Kadmiumlegierungen, Kupferlegierungen, Zinklegierungen, und schließlich die Zinn- und Blei-Zinnlagermetalle.

So bietet das Werk einen wertvollen Wegweiser und damit eine willkommene Klarstellung unseres heutigen Standes in der Verwendung von Heimstoffen im Lagerbau. Über die praktischen Erfahrungen in den vielen Verwendungsgebieten bleiben, trotz des Versuches einiger Verfasser, ein klares Bild zu geben, noch viele Fragen offen. Aber die Grundlagen zu einer Beurteilung der neuen Werkstoffe sind in diesem Buche in dankenswerter Weise geschaffen, und es wird vielen Konstrukteuren zusammen mit den vom VDI herausgegebenen Richtlinien und Umstellnormen ermöglichen, sich schneller und leichter den neuen Entwicklungsrichtungen anzupassen.

Dr. Schmidt, Augsburg.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Sonderabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.

Als Herausgeber verantwortlich: Abteilungspräsident a. D. Dr. Ing. Heinrich Uebelaeker in Nürnberg. — Verlag von Julius Springer in Berlin. Druck von Carl Ritter & Co., Wiesbaden.