

Neue Vorschläge zum Vermessen von Dampflokomotiven.

Von Reichsbahnrat R. Janisch, Halle.

Einleitung.

Die Größenverhältnisse sind bei den neueren Lokomotivgattungen ständig gewachsen und haben bei den Einheitslokomotiven bisher in Deutschland unbekannte Ausmaße erreicht. Beim Vermessen verursacht die Einhaltung der Lagemaße zwischen den einzelnen Lokomotivteilen immer größere Schwierigkeiten; sie muß aber, wie schon das Beispiel der G 12-Lokomotiven (jetzige Betriebsgattung G 56.16, Bauart 58) gezeigt hat, mit größtmöglicher Sorgfalt durchgeführt werden, weil die erwarteten Betriebsleistungen sonst trotz werkgerechter Ausführung der Einzelteile nicht erzielt werden können. Wenn auch die vom Eisenbahn-Zentralamt vorgeschriebenen Körnermarken zur Kennzeichnung der Zylinder- und Achswellenmittellinien an sich einen beachtenswerten Fortschritt bedeuten, so bietet doch das übliche Mefsverfahren keine ausreichende Gewähr, daß die Marken bei den vorhandenen Lokomotiven erstmalig richtig eingeschlagen oder, falls dies wirklich zutrifft, daß die Mittellinien bei allen späteren Ausbesserungen auch tatsächlich stets wieder in der richtigen Lage zueinander angeordnet werden. Auf Grund von Anregungen, die während des Umbaus der G 12-Lokomotiven entstanden sind, hat die Lokomotivfabrik von Henschel & Sohn G. m. b. H. in Cassel neuerdings ein Vermessungsverfahren durchgebildet, nach dem sich die Lagemaße nicht nur unabhängig von ihrer Größe sicher ermitteln, sondern auch beim Neubau und bei allen Ausbesserungen einer Lokomotive zuverlässig in volle Übereinstimmung mit den Werkzeichnungen bringen lassen. Das neue Verfahren ist als eine Erweiterung der bewährten »Richtlinien für das Vermessen der Lokomotiven« *) zu betrachten und benutzt im wesentlichen die gleichen, altbekannten Mefßgeräte. Seine Eigenart beruht in der neuartigen Anordnung der Mefßgeräte und in der besonderen Aufstellung des Rahmens.

Die Einheitslokomotiven sind nach den Grundsätzen des Austauschbaues mit einer Genauigkeit hergestellt worden, wie sie bei früheren Neubauten nie erreicht worden ist. Den Eisenbahn-Ausbesserungswerken steht die schwierige Aufgabe bevor, die Einheitslokomotiven dauernd in ihrem hochwertigen Zustande zu erhalten und die Regeln des Austauschbaues auch bei der Ausbesserung der älteren Lokomotiven durchzuführen. Diese Aufgabe dürfte durch das Henschelsche Mefßverfahren wesentlich erleichtert werden. Seine Grundzüge und einige Vorschläge für seine Anwendung bei der Lokomotivausbesserung sollen im folgenden beschrieben werden.

Allgemeine Vermessungsgrundlagen.

Bekanntlich ist die Form eines Körpers, eines Werkstückes oder eines Lokomotivteils durch die Abstände seiner einzelnen Punkte von drei aufeinander senkrechten Ebenen (»Bezugsebenen«) vollständig bestimmt. Werden mehrere Einzelteile von gegebenen Abmessungen wie bei der Lokomotive in der Weise zusammengesetzt, daß ihre gleichgerichteten Bezugsebenen einander parallel sind, so ist die Anordnung der

gesamten Lokomotive, zwar durch die gegenseitigen Abstände der Bezugsebenen eindeutig festgelegt, sie tritt aber sinnfälliger hervor und läßt sich, wie aus den folgenden Darlegungen hervorgeht, besser vermessen, wenn man die Bezugsebenen des für den Zusammenbau wichtigsten Einzelteils als »Hauptebenen« betrachtet und die Abstände der übrigen Bezugsebenen sämtlich nach diesen Hauptebenen bestimmt. Die Vermessungsebenen stimmen mit den entsprechenden Schnitten der Werkzeichnungen überein, so daß die Zeichnungsmäße ohne weiteres auf eine auszuführende Lokomotive übertragen oder mit den Abmessungen einer vorhandenen Lokomotive verglichen werden können.

Die Werkzeichnungen stellen den »Urzustand« dar. Die »Urmäße« behalten für die ganze Lebensdauer der Lokomotive Gültigkeit; nur dort, wo sich gewisse Einzelabmessungen aufeinander gleitender Einzelteile infolge der natürlichen Abnutzung verändern, treten neue Maße, die »Paßmäße«, an die Stelle der Urmäße. Da aber die vorgeschriebenen Abmessungen bei der Herstellung eines Werkstückes nie genau getroffen werden können, legt man neuerdings von vornherein zwei Grenzmaße, zwischen denen das ausgeführte Maß schwanken darf, fest und bezeichnet deren Unterschied als »Toleranz«. Eine Zusammenstellung von Toleranzen befindet sich in den »Richtlinien« und in den »Toleranzvorschriften für die Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft«. Durch diese Vorschriften ist auch die Herstellungsgenauigkeit und Prüfung der Toleranzlehren festgelegt. Das Vermessen der Einzelteile selbst kann in bekannter Weise erfolgen; dagegen erfordert die Bestimmung der Lagemaße, die ja in der Regel nicht unmittelbar abgegriffen werden können, besondere Vorkehrungen. Diese grundsätzlichen Vorstellungen behalten ihre volle Gültigkeit, obwohl die Vermessungsebenen nicht greifbar dargestellt werden können, sondern durch planmäßig angeordnete Lineale, Schnüre, Fernrohre usw. ersetzt werden müssen.

Bei der Dampflokomotive bestimmt der Rahmen als gemeinsames Bindeglied die gegenseitige Lage der meisten Einzelteile und vermittelt die Kraftübertragung zwischen den Zylindern, den Treibrädern und dem Zughaken. Man geht daher beim Vermessen von folgenden Hauptebenen aus: erstens von der wagrechten Ebene durch die Mittellinien der Aufsenzylinder und der zugehörigen Treibachswelle, der »Hauptebene«, zweitens von der lotrechten Längsmittlebene des Rahmens, der »Hauptlängsebene«, und drittens von der lotrechten Ebene durch die Mittellinie der genannten Treibachswelle, der »Hauptquerebene«. Die Hauptplan- und die Hauptquerebene werden durch Körnermarken an den Rahmenseitenflächen dauerhaft gekennzeichnet, während die Hauptlängsebene ohne weiteres als Mittlebene zwischen den Rahmeninnenflächen gegeben ist. Die Hauptebenen der Lokomotive fallen mit den Bezugsebenen des Rahmens zusammen. Durch eine besondere Linealordnung, die als Ersatz für eine große Richtplatte dient, kann man nun jederzeit an beliebiger Stelle eine wagrechte Ebene herrichten und nach ihr die Hauptebene mit Hilfe der zugehörigen Körnermarken recht genau einwiegen. Die Hauptlängs- und die Hauptquerebene sind dann lotrecht zu ihr angeordnet und durch die entsprechenden Körnermarken

*) Erste Auflage, herausgegeben vom Eisenbahn-Zentralamt im August 1924.

oder die Rahmeninnenflächen eindeutig festgelegt. Nur wenn man die drei Hauptebenen beim Neubau und bei allen Ausbesserungen in ihrer Uranordnung darstellt, kann man auch die übrigen Bezugsebenen und mit ihnen die Teile selbst in ihre Urlage bringen. Nur dann können solche Bezugsebenen, deren entsprechende Schnitte sich in den Werkzeugzeichnungen decken, auch bei der Ausführung wieder zusammenfallen, so daß die sich entsprechenden Mafse (auch die Pafsmafse) zusammengehöriger Einzelteile leicht und zuverlässig aufeinander abgestimmt werden können. Nur dann können alle Einzelteile nach Mafsangaben

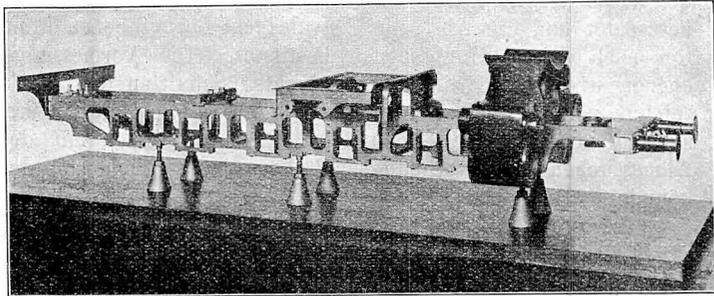


Abb. 1. Aufstellung des Rahmens auf Windeböcken.

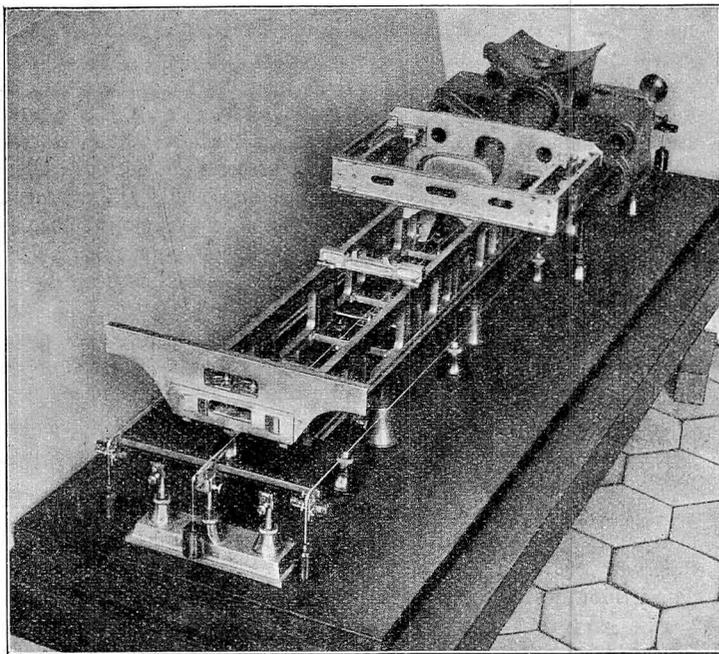


Abb. 2. Anordnung der langen Lineale zum Einwiegen des Rahmens. Schnurhalter. Zylinderschnüre in Urlage.

unabhängig von einander gefertigt und ohne weitere Anpassungsarbeiten in der Uranordnung zusammengebaut werden. Dabei wird man die Pafsmafse von solchen Teilen, deren Urabmessungen übereinstimmen, sofern nicht besondere Gründe dagegen sprechen, auch bei der Ausbesserung wieder untereinander gleich groß machen, um das Vermessen zu vereinfachen und um Verwechslungen vorzubeugen. Die Bezugsebenen der Einzelteile brauchen nicht dauernd gekennzeichnet zu werden; jedoch müssen die ursprünglichen Passungssitze und Spielräume stets wiederhergestellt werden. Nach den Hauptebenen sollen die gleichgerichteten Bezugsebenen ohne Rücksicht auf die Form des betreffenden Einzelteiles einfach als »Plan«, »Längs«- und »Quer«-

ebenen« und die zu ihnen senkrechten Mafse als »Höhen«, »Quer«- und »Längsmafse« bezeichnet werden. Es dürfte sich empfehlen, für jede Lokomotivgattung die für das Vermessen wichtigen Verhältnisse in einer besonderen »Vermessungsanweisung« zusammenzustellen.

Rahmen, Zylinder und Schieberkästen.

Aufstellung des Rahmens. Zur Herstellung der Hauptebenen wird der Rahmen mit den Zylindern, aber ohne die Achsgabelstege und ohne den Kessel vermessen. Zum Einwiegen wird er in Längsabständen von höchstens 4 m durch paarweise angeordnete, senkrecht verstellbare Windeböcke unterstützt (Abb. 1); je zwei von diesen werden unter dem Rauchkammer- und dem Stehkesselträger angesetzt, so daß sie später beim Einbringen des Kessels dessen Last unmittelbar aufnehmen können, ohne daß der Rahmen seine Form merklich ändert. Die Kopfstücke der Windeböcke sollen geringe Querverschiebungen des Rahmens zulassen, damit er sich frei einstellen und beim Richten unbehindert nachgeben kann.

Zunächst soll vorausgesetzt werden, daß noch keine Körnermarken zur Kennzeichnung der Hauptplan- und Hauptquerebene vorhanden sind. Dicht neben beiden Rahmenaußenflächen werden hinter den Außenzylindern hochkant stehende Längslineale verlegt und unabhängig vom Rahmen durch eine ausreichende Zahl von senkrecht verstellbaren Ständern unterstützt. Zwei kürzere Lineale werden sinngemäß durch die Außenzylinder gesteckt (Abb. 2)*). Nunmehr richtet man mittels einer Wasserwaage und einiger Querlineale die Oberkante der vier Längslineale wagrecht und in gleicher Höhe ein. Sobald die Wasserwaage (bei Abgleichung entgegengesetzter Ausschläge) nirgends größere Abweichungen als 0,1 mm auf 1 m Länge anzeigt, werden die Rahmenoberkanten durch Verstellen der Windeböcke in eine gemeinsame Ebene gebracht, die um den ursprünglichen Höhenabstand zwischen der Hauptebene und den Rahmenoberkanten (zuzüglich 10 mm) über der Ebene durch die Linealoberkanten liegt (Abb. 3)**); Höhenabsätze der Rahmenoberkanten können ohne weiteres berücksichtigt werden. Dabei dürfen die Rahmenwangen um höchstens 1 mm auf 1 m Höhe gegen die Lotrechte geneigt sein. Bei abgenommenen Achsgabelstegen macht das Einwiegen keinerlei Schwierigkeiten; denn es ist sowohl die einzelne Rahmenwange in ihrer Längsrichtung, als auch der ganze Rahmen über Eck recht nachgiebig. Bei den G 12-Lokomotiven liefs sich z. B. der größte Unterschied in der Höhenlage der (bearbeiteten) Barrenoberkanten leicht auf weniger als 1 mm beschränken***).

Vermessen der Zylinder und Schieberkästen. Dünne Stahldrähte, Hanfschnüre oder Seidenschnüre, die hier allgemein als »Schnüre« bezeichnet werden sollen, hängen unter den Verhältnissen, wie sie beim Vermessen einer Lokomotive in Frage kommen, in einer lotrechten Ebene durch und zwar angenähert nach der Formel

$$y = \frac{G}{2S} x^2,$$

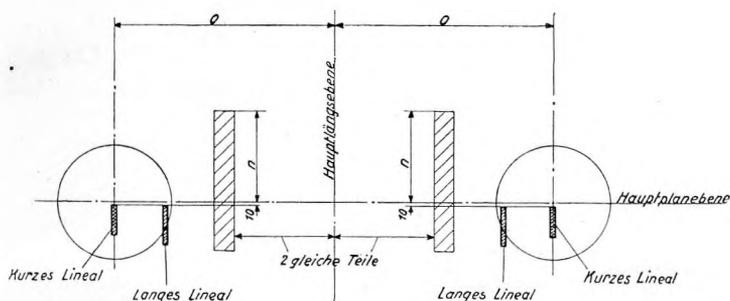
wenn der Nullpunkt des Achsenkreuzes mit dem Scheitelpunkt der Seillinie zusammenfällt. In der Formel bedeutet: G in g/m das Eigengewicht der Schnur, S in kg ihre Spannung, x in m den wagrechten und y in mm den senkrechten Abstand eines beliebigen Kurvenpunktes vom Nullpunkt. Der in Abb. 4 dargestellten Seillinie und den Zahlenbeispielen ist der für

*) Die langen Lineale selbst in die Zylinderlängeebenen zu legen und durch die Zylinder hindurch zu führen, ist leider nicht zugänglich, weil das Einstellen der Körnermarken und das Ausmitteln der Zylinder wesentlich erschwert werden würde.

***) In den Skizzen sind die Pafsmafse mit den Buchstaben a usw., die Urmafse mit den Buchstaben n usw. bezeichnet.

****) Diese Anforderungen können nicht erfüllt werden, wenn der Rahmen auf nicht nachstellbaren Stützen gelagert wird.

genaue Messungen recht brauchbare Stahldraht von 0,3 mm Stärke ($G = 0,56 \text{ g/m}$) bei 6 kg Spannung zugrunde gelegt. Die Enden der Schnur sollen über leicht drehbare Rollen geführt und durch frei herabhängende Gewichte belastet werden, damit die vorgesehene Spannung auch tatsächlich erzielt wird. Die Rollen selbst sind, um das Einrichten der Schnur zu erleichtern, wagrecht und lotrecht verstellbar in besonderen Schnurhaltern gelagert (Abb. 2). Für Vormessungen sind Hanf- und Seidschnüre geeigneter, die bequem auf- und abgeworfen werden können, falls sie die Arbeiten behindern. Der Stahldraht darf keine Knicke, die Hanf- oder Seidschnur keine Knoten haben, weil sonst erhebliche Meßfehler auftreten können.



Maßstab 1:40.

Abb. 3 Querschnitt durch die Zylinder. Anordnung der hochkant stehenden Lineale.

Bei geringen Entfernungen vom Scheitelpunkt steigt die Seillinie wenig an, z. B. bei 0,45 m (halbe Zylinderlänge) um 0,01 mm und bei 1,0 m um 0,05 mm. Läßt man also den Scheitelpunkt der Seillinie mit dem Mittelpunkt des Zylinders zusammenfallen, so wird die Zylindermittellinie innerhalb des Zylinders und in seiner nächsten Umgebung durch die Schnur mit einer Genauigkeit, die weit unter der zulässigen Toleranz liegt, gekennzeichnet; selbst beträchtliche Änderungen des Eigengewichtes oder der Spannung der Schnur verschieben das Ergebnis nur unwesentlich.

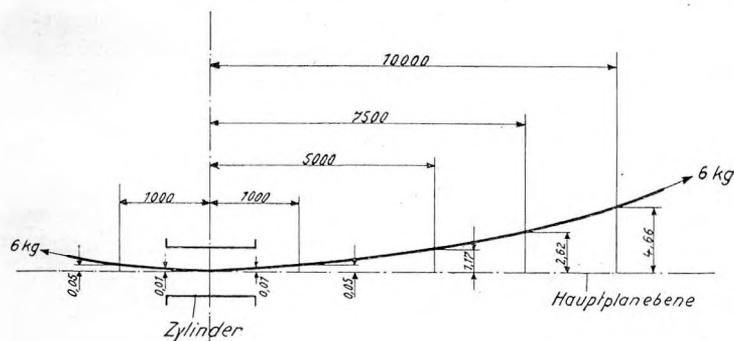


Abb. 4. Seillinie für Stahldraht von 0,3 mm Stärke bei 6 kg Spannung.

Sobald der Rahmen eingewogen ist, wird eine Schnur zur Kennzeichnung der Hauptlängsebene die »Rahmenschnur«, gestreckt und an der Zylinderquerverbindung und am Kuppelkasten, wo beide Rahmenwangen fest gegeneinander versteift sind, in der Mitte zwischen den Rahmeninnenflächen eingerichtet. Ferner werden die Schnüre für die beiden Außenzylinder verlegt (Abb. 2). Schließlich werden auf die kürzeren Längslineale an jedem Zylinderende Meßklötzchen von 9,85 mm Höhe (10 mm weniger der halben Schnurstärke) aufgebracht. Mit den lotrechten und wagrechten Schnurhalterschrauben wird dann jede Zylinderschnur solange verstellt, bis sie die Meßklötzchen gerade berührt und den Urabstand von der

Rahmenschnur hat, sich also unmittelbar am Zylinder in der Urlage befindet*).

Nummer prüft man den Rahmen auf Verbiegungen in der Querrichtung, indem man den Querabstand der Rahmeninnenflächen von der Rahmenschnur oder der Rahmenaußenflächen von den Zylinderschnüren über die ganze Länge des Rahmens hinweg mißt. Die Abweichung gegenüber dem Urmaß soll im allgemeinen $\pm 2 \text{ mm}$ und an den Achslagerausschnitten $\pm 1 \text{ mm}$ nicht überschreiten, damit die Achslagerführungen, deren Längsmittelen nach den Vermessungsgrundlagen stets den Urabstand von der Hauptlängsebene erhalten, gegen die Rahmenwangen nicht zu stark einseitig verschoben werden. Mit einer Innenschraublehre mißt man

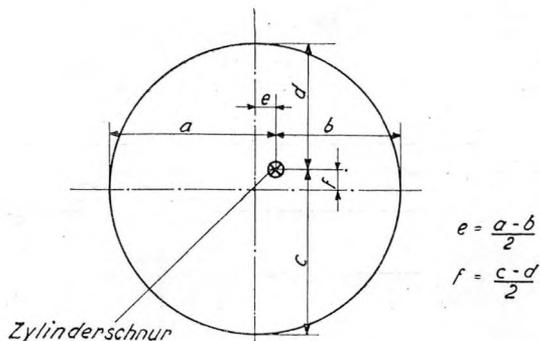
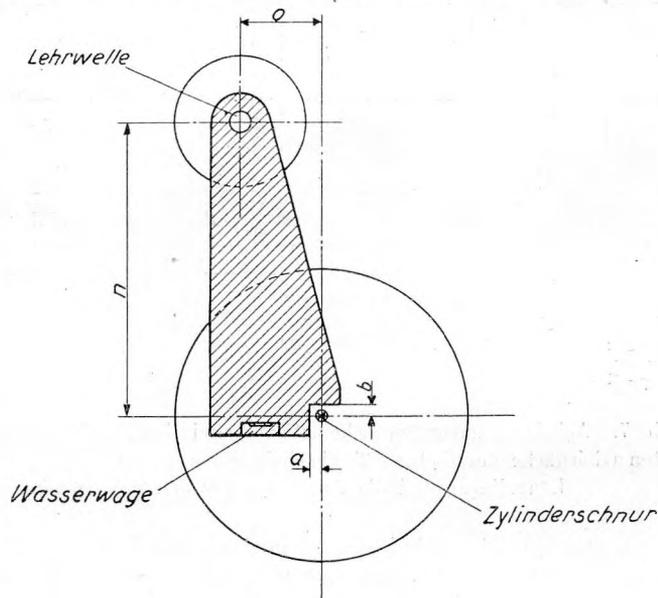


Abb. 5.

Bestimmung der Zylinderlage nach der Zylinderschnur, die sich in der »Urlage der Zylindermittellinie« befindet. e und f sind die Abweichungen der wirklichen Zylindermittellinie von der Urlage.



Abweichung wagrecht: $(1 - a) \text{ mm}$
senkrecht: $(1 - b) \text{ mm}$.

Abb. 6. Dreiecklehre zum Vermessen der Schieberkastenlage. Zylinderschnur in Urlage.

die wagrechten und lotrechten Abstände der Deckelbohrungen von jeder Zylinderschnur (Abb. 5) und berechnet daraus die Abweichung der wirklichen Zylindermittellinie gegenüber der

* Wird die Schnur nach den Deckelbohrungen, also in der wirklichen Zylindermittellinie eingerichtet, so ist die maßstäbliche Bestimmung der Zylinderlage erheblich schwieriger, zumal da die beim Einstellen der Schnur begangenen Fehler an den Rahmenenden vergrößert erscheinen. Nach derartig verlegten Zylinderschnüren allein, d. h. ohne Bezugnahme auf die Hauptplan- und Hauptlängsebene, ist eine sachgemäße Bestimmung der Zylinderlage nicht möglich.

durch die Schnur dargestellten Urlage. In jeden Schieberkasten führt man ferner eine Lehrwelle gleichachsig zu den Deckelbohrungen ein und bringt auf jedes Ende der Lehrwelle eine Dreiecklehre nach Abb. 6 auf. Die Schieberkastenmittellinie befindet sich in der Urlage, wenn die Melskanten des Rechteckausschnittes beim Einspielen der Wasserwage je 10 mm Abstand von der zugehörigen Zylinderschnur haben. Sind die tatsächlichen Abstände größer oder kleiner als 16 mm, so geben die Unterschiede die Abweichung der wirklichen Schieberkastenmittellinie gegenüber ihrer Urlage nach Höhen- und Querrichtung maßstäblich an. Die Toleranzen für den Querabstand eines Zylinders und Schieberkastens sollten auch bei den vorhandenen Lokomotiven auf $\pm 0,3$ mm (»Toleranzvorschriften«) beschränkt werden, da die Längsebene des Zylinders mit denen aller Triebwerksteile und die Längsebene des Schieberkastens mit denen aller Steuerungsteile (von planmäßigen Querversetzungen abgesehen) zusammenfällt und da alle Einzelteile nach den

genügen, werden an den Anlageflächen nachgehobelt*); muß ausnahmsweise ein Blech zwischen Zylinder und Rahmen beigelegt werden, so soll es gleichbleibende Wandstärke haben. Die Schnüre für Innenzylinder werden ebenfalls in der Urlage gestreckt. Einseitiges Auslaufen der Zylinder und der Schieberbuchsen ist hauptsächlich auf falsche Anordnung der Triebwerks- und Steuerungsteile zurückzuführen. Kann die Rahmenschnur ausnahmsweise nicht in der angegebenen Weise durchgeführt werden, so werden die Schnüre für die Außenzylinder an der Zylinderquerverbindung und am Kuppelkasten auf beiderseits gleiche Entfernungen von den Rahmenaußenflächen eingestellt, wobei sie natürlich wieder im Urabstande voneinander liegen müssen.

Ermittlung der Hauptebenen. Sobald der Rahmen gerichtet ist, wird die Hauptebene 10 mm über den Oberkanten der Längslineale möglichst über die ganze Länge des Rahmens hinweg angerissen. Wenn dies wegen der Bauart der Lokomotive auf einer größeren Strecke nicht möglich ist, wird eine Hilfsebene über oder unter der Hauptebene gekennzeichnet. Um die Hauptebene dauerhaft festzulegen, werden nach den Rissen unmittelbar vor und hinter den Außenzylindern und den Treibachslagerausschnitten, neben jeder festen Achslagerführung sowie an sonstigen wichtigen oder weiter entfernten Stellen Körnermarken auf kleinen Messingschrauben eingeschlagen (Abb. 7). Die Körnermarken beiderseits der Treibachslagerausschnitte erhalten zahlenmäßig bestimmte, gleichgroße Längsabstände von der Hauptquerebene. Zum Ausmessen der Treib- und Kuppelachslagerführungen wird dann auf jeder Lokomotivseite ein Längslineal auf besonderen, S-förmig gebogenen Haltern, die am Rahmen angeklemt werden, flach verlegt. Die Linealhalter sind mit Höhenstellschrauben zum Einwiegen der Lineale versehen, dürfen aber die Querverschiebung der Lineale nicht behindern. Für jedes Lineal werden zwei feste Anschläge so am Rahmen angebracht, daß die Innenkanten stets 650 mm von der Hauptlängsebene (Rahmenschnur), also 1300 mm voneinander entfernt sind. Die Innenkanten bilden die Ausgangsstellen für die weiteren Quermessungen, während die Außenkanten als Anlagestellen für den Kreuzwinkel dienen. Wenn die Lineale die Arbeiten behindern, können sie unbedenklich entfernt und wieder aufgelegt werden, ohne daß die Genauigkeit leidet. Die Lineale brauchen nur so lang zu

sein, daß ihre Enden je etwa 0,6 m über die äußersten Treib- oder Kuppelachslagerführungen hinausreichen.

Decken sich die Querebenen der beiden Außenzylinder (zwischen den Deckelschleifflächen gemessen) annähernd, so wird man die Hauptquerebene im ursprünglichen Längsabstande von dieser gemeinsamen Zylinderquerebene anzuordnen suchen, damit die Kolbenstangen stets die Urlänge erhalten. Sind dagegen die Zylinder um mehr als 2 mm gegeneinander verschoben oder macht die Unterbringung der Achslager Schwierigkeiten, so legt man die Hauptquerebene in der Weise, daß sich die Achslager möglichst nach den Werkzeichnungen in

* Unzweckmäßig ist es, die gewünschte Lage der Zylindermittellinie durch Schrägbohren des Zylinders herbeizuführen, um das Abnehmen des Zylinders zu ersparen. Denn dabei wird die Wandstärke einseitig geschwächt und die Deckelbohrung größer; außerdem werden die Deckelschrauben nicht mehr senkrecht zu der neuen Deckelschleiffläche stehen.

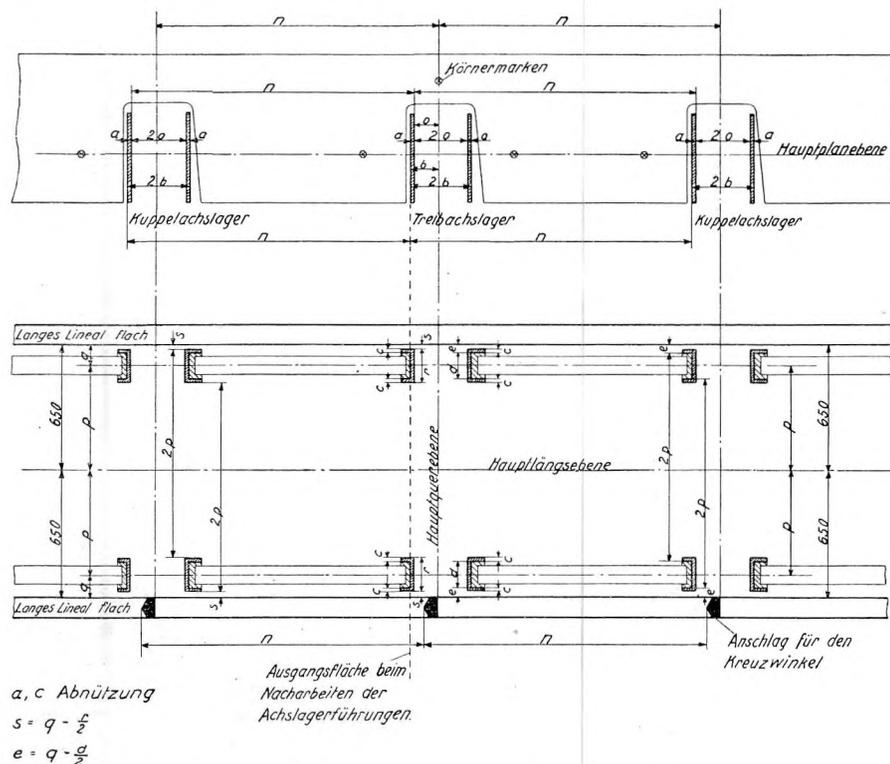


Abb. 7. Achslagerführungen schematisch. Bei der Bearbeitung geht man von der festen Gleitfläche des rechten Treibachslagers aus. Auf dem (in der Skizze) unteren Längslineal sind die Anschläge für den Kreuzwinkel sichtbar.

Vermessungsgrundlagen in bezug auf ihre gemeinsamen ursprünglichen Längsebenen vermessen werden sollen. Dabei sollte die Verlängerung der wirklichen Zylindermittellinie, falls sie der Hauptlängsebene nicht genau parallel liegt, am Treibzapfen um höchstens $\pm 0,5$ mm (halbes einseitiges Spiel zwischen der Lagerstirnfläche und dem Zapfenbund) vom Urabstande abweichen, damit der Lauf des Treibstangenlagers weder durch Schrägstellung zum Zapfen noch durch Bundreibung gefährdet wird. Für die Höhenlage eines Zylinders und Schieberkastens können doppelt so große Toleranzen wie für die Querlage (also $\pm 0,6$ mm) zugelassen werden, weil die wagrechten Gelenke im Treib- und Steuergestänge einen genügenden Ausgleich herbeiführen. Gehen die Abweichungen über die zulässigen Grenzen hinaus, so wird man zunächst die Rahmenwangen (beim Barrenrahmen warm) richten und dabei etwaige Unstimmigkeiten der Zylinderlage soweit als möglich schon durch geschickte Vermittlung zu beseitigen versuchen. Zylinder, die den Anforderungen nicht

die Rahmenausschnitte einbauen lassen; denn eine Längsverschiebung der Zylinder ist zum mindesten beim Barrenrahmen nur in den engsten Grenzen möglich. Der Übelstand, daß die Kolbenstangenlängen unter diesen Umständen von Fall zu Fall angepaßt werden müssen, ist nicht zu umgehen. Der Längsabstand des Schieberkastens von der Hauptquerebene darf dagegen bei der üblichen Bauart in ziemlich weiten Grenzen schwanken, da die Länge der Schieberstange planmäßig verstellt werden kann. Die gewählte Hauptquerebene wird auf beiden Rahmenseitenflächen mittels Kreuz- und Anschlagwinkels durch lotrechte Risse gekennzeichnet und durch je eine Körnermarke, die wieder auf kleinen Messingschrauben eingeschlagen ist, dauerhaft gesichert. Somit sind alle drei Hauptebenen eindeutig festgelegt.

Beim Vermessen eines Rahmens, der bereits gekennzeichnet ist, geht man naturgemäß nicht wieder auf die Rahmenoberkanten zurück, sondern richtet die Hauptebene unmittelbar nach ihren Körnermarken ein. Im übrigen bleibt der Gang des Vermessens unverändert. Selbstverständlich müssen bei dieser und bei allen folgenden Messungen jedesmal alle für die Gesamtanordnung wichtigen Maße nachgeprüft werden. Zu große Abweichungen von den Urmäßen lassen darauf schließen, daß im Betriebe irgend welche, nicht ohne weiteres erkennbare, aber vielleicht betriebsgefährliche Veränderungen vorgekommen sind. Betrachtet man die Körnermarke am rechten Treibachslager als Nullpunkt, so darf keine andere Körnermarke um mehr als 0,3 mm höher oder tiefer liegen.

Achsgabelstege. Die Achslagerausschnitte bilden die schwächsten Stellen des Rahmens. Bei losem Sitz der Achsgabelstege würden sie unter dem Spiel der Kolbenkräfte und Schienenstöße federn; es würden fortgesetzt Längenunterschiede zwischen den Radständen und Kuppelstangen eintreten und schnell zur Zerstörung der Achs- und Stangenlager führen. Infolgedessen müssen die Achsgabelstege so fest mit dem Rahmen verspannt werden, daß sich die Achslagerausschnitte weder auseinanderziehen noch zusammenschieben können; diese Bedingung kann als erfüllt gelten, wenn sich die 0,05 mm = Fühllehre an den quergerichteten Anlageflächen jedes Steges nirgends einführen läßt. Auch die übrigen Anlageflächen sollen satt aufeinandergepaßt werden, damit die Befestigungsschrauben nicht auf Biegung beansprucht werden (Abb. 8).

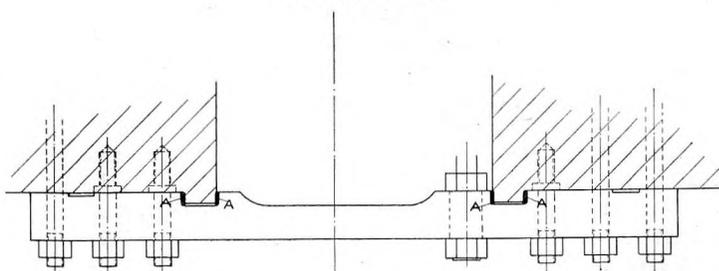
Durch das Anbringen der Achsgabelstege wird der Rahmen wesentlich steifer; er kann bei einiger Vorsicht ohne Schaden an eine andere Stelle befördert und hier von neuem wagrecht eingewogen werden. Rahmenbau und Zusammenbau können also unbedenklich auf verschiedene Werkstattdteilungen verteilt werden.

Einwiegen des Rahmens ohne lange Lineale. Will man die langen hochkant stehenden Lineale vermeiden, so kann man die Hauptebene auch in folgender Weise herstellen. Man verlegt an den Rahmenenden und dazwischen in Achslagerausschnitten oder an sonst geeigneten Stellen zunächst einige kräftige Querlineale und bringt deren Oberkanten mittels Wasserwaage und kürzerer Längslineale in eine gemeinsame wagrechte Ebene (Abb. 8a). 10 mm über dieser Ebene stellt man dann die Körnermarken der Hauptebene mit den gleichen Längslinealen ein. Die Rahmenschnur wird unverändert beibehalten; die Zylinderschnüre kommen wieder in die Umlage der Zylindermittellinien, sie werden aber unmittelbar nach den beiden Querlinealen, die vor und hinter den Zylindern liegen, in die richtige Höhenlage gebracht. Der Längsabstand je zweier benachbarter Querlineale sollte 3 m nicht wesentlich übersteigen.

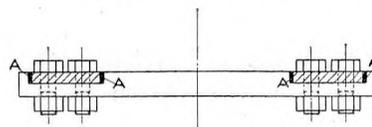
Vermessen mit optischen Hilfsmitteln. Bei Rahmen von mehr als etwa 11 m Länge wird es zweckmäßig sein, die Querlineale zwar ähnlich wie im vorigen Absatz zu

verlegen, ihre Oberkanten aber optisch in eine gemeinsame wagrechte Ebene einzuwiegen. Die Rahmenschnur bildet auch hier wieder die Ausgangsstelle für die Quermessungen. Dagegen wird man an Stelle der Zylinderschnüre zwei Fernrohre etwa vom hinteren Rahmenende aus so einrichten, daß ihre optischen Achsen in die Umlage der Zylindermittellinien fallen. Bei dieser Anordnung macht es keine besonderen Schwierigkeiten, außer den Zylindern auch die Schieberkästen, Achslagerführungen, Steuerwellenlager u.s.w. optisch zu vermessen. Für die Werk-

Mafstab 1:10.



Barrenrahmen-Seitenansicht.



Blechrahmen-Grundriß.

Kanten A fein anpassen.

Abb. 8. Achsgabelstege für Barren- und Blechrahmen.

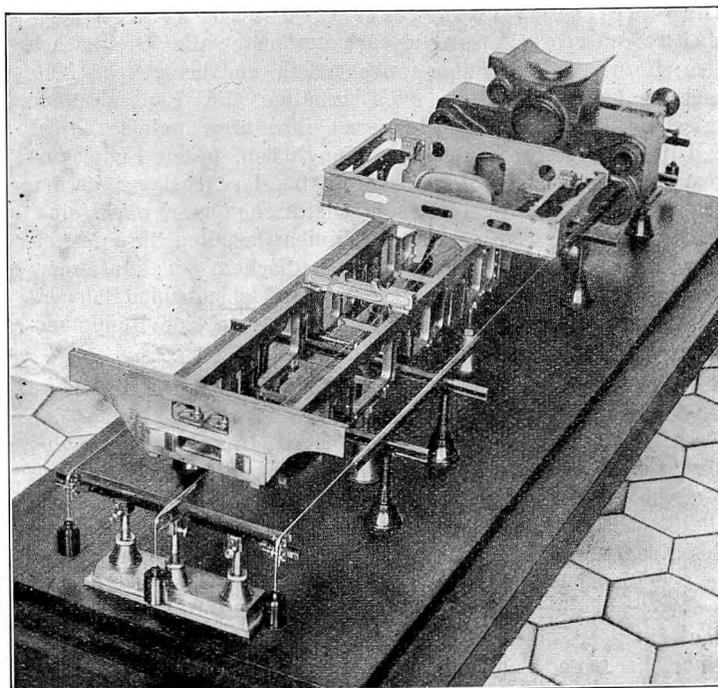


Abb. 8a. Einwiegen des Rahmens mit kurzen Querlinealen.

stattsarbeiten wird man sich aber voraussichtlich darauf beschränken, die Hauptebene optisch einzurichten. Denn die Rahmen- und Zylinderschnüre, sowie die Lineale und Kreuzwinkel ermöglichen nicht nur recht genaue Messungen, sondern geben vor allen Dingen ein anschauliches Bild vom Vermessungsgang. Jedoch wird das rein optische Verfahren eine wertvolle Ergänzung des mechanischen Verfahrens für die Nachprüfung der fertigen Lokomotive bilden.

Zug- und Stofsvorrichtungen, Drehzapfen u.s.w.

Nach der Rahmenschnur können die Querabstände der Zug- und Stoßvorrichtungen, sowie diejenigen der Führungszapfen und -buchsen von Drehgestellen leicht vermessen werden. Die Toleranz wird für die Puffer auf etwa ± 2 mm und für die übrigen Teile auf etwa ± 1 mm anzusetzen sein. Die Tragfedern werden so gespannt, daß sich die Mittellinien der Treib- und Kuppelachswellen bei mittlerer Wasser- und Kohlenmenge in der Hauptebene befinden. Die Höhenlage der Puffer und Bahnräumer muß entsprechend geregelt werden.

Genauigkeit von Linealen und Kreuzwinkeln.
Die Hochkanten der langen Lineale sollen auf $\pm 0,05$ mm genau parallel sein; zwischen den Hochkanten zweier flach aneinander liegender Lineale darf sich die 0,2 mm Fühllehre nirgends einführen lassen. Zum Einwiegen der Hauptebene sind Lineale mit ausgefrästen Seitenflächen besonders geeignet, da sie kaum halb so schwer wie Lineale mit vollem Querschnitt sind und sich infolgedessen in Hochkantstellung erheblich weniger durchbiegen. Der lange Schenkel des Kreuzwinkels soll für Lokomotiven höchstens 1700 mm, für Tender höchstens 2600 mm lang sein. An seine Hochkanten sind die gleichen Anforderungen zu stellen wie bei den Linealen; beim Umschlag darf das freie Ende nicht mehr als 0,05 mm bzw. 0,1 mm ausschlagen.

Vermessen der Treib- und Kuppelachslagerführungen.

Die Mittellinie der Treibachswelle für die Aufsenzylinder ist als Schnittlinie der Hauptplan- und Hauptquerebene durch die Körnermarken dauernd festgelegt; die Mittellinien der Kuppelachswellen werden nach den Vermessungsgrundlagen in den ursprünglichen Längsabständen von derjenigen der Treibachswelle angeordnet. Falls die Achslagerführungen und -stellkeile noch festsitzen und wieder verwandt werden können, arbeitet man alle Gleitflächen dem Urzustand gegenüber zweckmäßig um das gleiche Maß nach (Abb. 7). Denn dann behalten die Längsabstände zwischen den Gleitflächen dauernd ihre ursprüngliche Größe und können stets mit den ursprünglichen, festen Endmassen gemessen werden; alle Rotgufsgleitplatten der Achslager werden um dasselbe Maß, um das die Gleitflächen geschwächt sind, stärker und die Achswellenmittellinien behalten ihre Mittellage zwischen den zugehörigen Gleitflächen bei; außerdem werden die einander entsprechenden Gleitflächen beider Rahmenseiten stets paarweise in einer gemeinsamen, zur Hauptquerebene parallelen Querebene liegen*).

Bei der Ausführung ermittelt man die neuen Paßmaße zunächst durch eine Vormessung. Dann richtet man den Kreuzwinkel (senkrecht zu den langen Linealen) so in den Treibachslagerausschnitten ein, daß die senkrechte Kante des Meßwinkels (Abb. 9) 5 mm von der vorgesehenen neuen Gleitfläche der Führungen absteht, und kennzeichnet die Lage des Kreuzwinkels durch einen Anschlag, der auf dem rechten langen Lineal befestigt wird. Für jede Kuppelachslagerführung ordnet man im ursprünglichen Längsabstände der Gleitflächen von einander einen entsprechenden Anschlag sinngemäß an. Nunmehr kann man nach der senkrechten Kante des Meßwinkels auf allen Führungsgleitleisten übereinstimmende Risse vorzeichnen und nach ihnen die neuen Gleitflächen bearbeiten. Die Risse sind um 5 mm verschoben, weil sie sich auf den abgerundeten Ecken nicht genau genug anbringen lassen würden. Schließlich werden die Längsabstände zwischen den neuen Führungsgleitflächen und den noch unbearbeiteten Stellkeilgleitflächen je an den vier Ecken mittels Innenschraublehre gemessen und daraus die Bearbeitungsmaße für die Stellkeilgleitflächen bestimmt.

*) Bei diesem Verfahren brauchen die Mittellinien der Kuppelachswellen nicht durch besondere Körnermarken gekennzeichnet werden.

Die Längsebenen der Achslagerführungen und Stellkeile bleiben Mittelebenen und behalten ihren ursprünglichen Querabstand von der Hauptlängsebene bei. Bei der Ausbesserung gibt man (mindestens den beiden Achslagerführungen eines Radsatzes), besser jedoch allen Achslagerführungen, die in den Werkzeichnungen gleiche Breiten haben, wiederum gleiche Quermäße. Dementsprechend haben die äußeren Gleitleisten (paarweise oder) überall gleiche, der Abnutzung angemessene Querabstände von den beiden langen Linealen, während der Querabstand von der äußeren Gleitleiste der einen Rahmenseite bis zur inneren Gleitleiste der anderen Rahmenseite dauernd gleich dem ursprünglichen Querabstand der Längsmittlebenen bleibt und somit stets mit dem ursprünglichen, festen Endmaß geprüft werden kann.

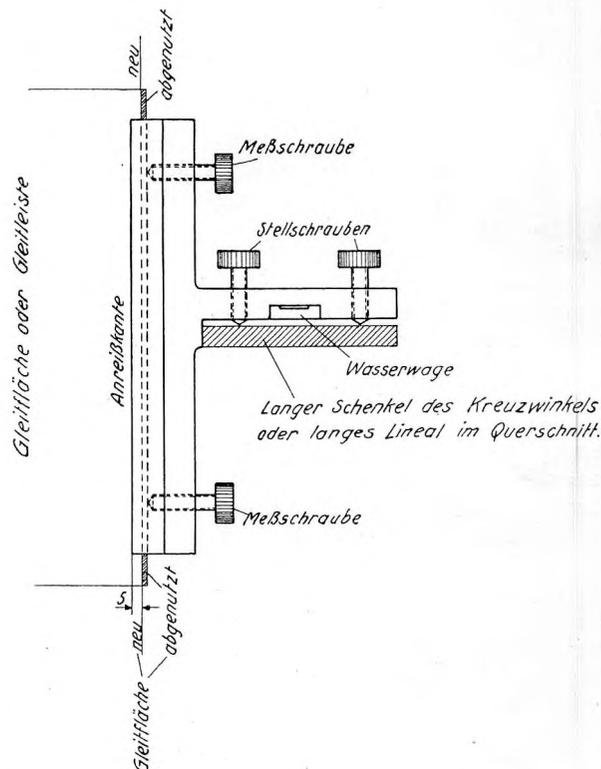


Abb. 9. Meßwinkel zum Anreißen der Achslagerführungen.

Nach Fertigstellung der Gleitflächen werden die äußeren Gleitleisten mit dem Meßwinkel in ähnlicher Weise von den langen Linealen aus angerissen wie die Gleitflächen vom Kreuzwinkel aus; die wechselnden Abstände werden durch Beilegen von Meßklötzchen ausgeglichen. Durch die am Meßwinkel vorgesehenen Meßschrauben können die Bearbeitungsmaße der äußeren Gleitleisten aber auch unmittelbar bestimmt werden. Die inneren Gleitleisten werden schließlic nach den äußeren bearbeitet. Meßfehler und Verwechslungen werden durch die Erhaltung der Urmaße und die Abgleichung der Paßmaße weitgehend ausgeschaltet.

Lose Achslagerführungen und -stellkeile sind, wenn sie sonst wieder verwendet werden können, erst an den Anlageflächen und -leisten anzupassen, ehe die Gleitflächen und -leisten vermessen werden. Beim Barrenrahmen werden lose Stücke zweckmäßig ausgetauscht; man kann hier erheblich an Ausbesserungszeit sparen, weil man neue oder nachgearbeitete Führungen mit maßhaltig bearbeiteten Gleitflächen und -leisten vorrätig halten kann und dann nur die Anlageflächen und -leisten, die natürlich entsprechendes Übermaß haben müssen, anzupassen braucht. Außerdem gestaltet sich das Vermessen nach den endgültigen Außenflächen wesentlich einfacher. Will man die Vorteile, die dieses Verfahren (besonders bei gehärteten

Gleitflächen) bietet, auch beim Blechrahmen ausnutzen, so wird man die Führungsgleitflächen mit besonderen Gleitplatten versehen, die den Führungen des Barrenrahmens nachgebildet sind; die Stellkeile können dagegen ihre bisherige Form unverändert beibehalten.

Radsätze.

Die Radsätze (Abb. 10) werden durch die Anlaufflächen der Spurkränze zwischen den Schienen geführt. Wenn die Lokomotive so im geraden Gleis steht, daß ihre Hauptlängeebene mit der lotrechten Mittelebene des Gleises zusammenfällt, sollen sowohl die Radsätze zwischen den Schienen als auch die Achs- und Stangenlager auf den Achsschenkeln und Kurbelzapfen beiderseits je gleich großes Spiel haben. Demnach sollte auch die Längeebene des Radsatzes in der Mitte zwischen den Anlaufflächen der Spurkränze liegen; nach den »Richtlinien« soll sie ferner in der Mitte zwischen den unveränderlichen Stirnflächen der Achswelle angenommen und durch Körnermarken festgelegt werden, damit ihre Lage dauernd und eindeutig bestimmt ist*). Auch die Längeebenen der Achsschenkel und Kurbelzapfen behalten ihre Lage im Radsatz unverändert bei, da sie nach den Vermessungsgrundlagen stets im ursprünglichen Querabstande von der Radsatzlängeebene anzuordnen sind. Nun werden die Achsschenkel und Kurbelzapfen, um den hochwertigen Baustoff zu schonen, bezüglich Quermaß und Durchmesser nur nach Bedarf und nur soweit nachgearbeitet, wie es zur Beseitigung der Mängel notwendig ist; sie werden infolgedessen durch ihre Längeebenen vielfach je in zwei ungleiche Teile geteilt werden. Die Anpassung der Achs- und Stangenlager macht aber keine Schwierigkeiten, weil ihre Längeebenen mit den entsprechenden Längeebenen der Achsschenkel und Kurbelzapfen zusammenfallen.

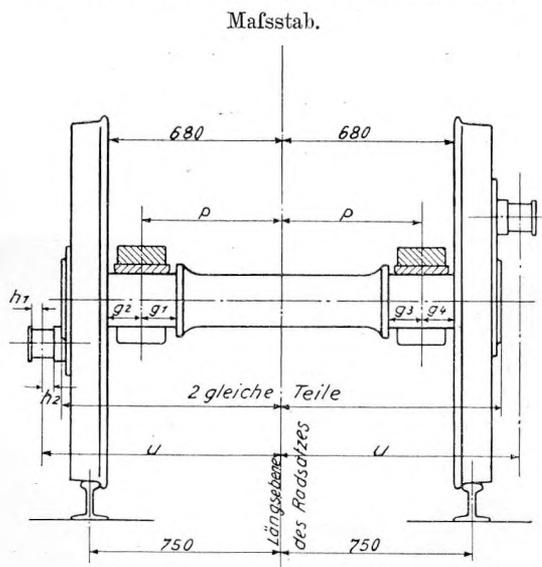


Abb. 10. Kuppelradsatz. Die Längeebene des Radsatzes liegt bei neuen oder neu zu bereifenden Radsätzen in der Mitte zwischen den Stirnflächen der Achswelle. Buchstaben wie in Abb. 7.

In der »Eisenbahnbau- und Betriebsordnung« ist als Laufkreis der Schnitt einer zur Achswelle senkrechten, 750 mm von der Radsatzlängeebene**) entfernten Ebene mit der Außenfläche des Radreifens bezeichnet; der Querabstand zwischen den Innenflächen der Radreifen darf um ± 3 mm schwanken, ohne daß eine bestimmte Lage der Reifen gegenüber der Längeebene gefordert ist. Beim Abdrehen eines Radreifens wird nun der Drehstuhl, um die Sprengringbefestigung nicht

*) In den »Richtlinien« wird die Längeebene »Achsmitt« genannt.

**) In der »Bau- und Betriebsordnung« wird die Längeebene »Radsatzmitte« genannt.

zu gefährden, nach der inneren Stirnfläche des Radreifens eingestellt und der Raddurchmesser in einer Ebene gemessen, die 70 mm von der inneren Stirnfläche absteht. Die Toleranz für die so gemessenen Durchmesser wird unter der Voraussetzung, daß die Lauffläche mit einem Formstahl sauber geschliffen wird, auf $\pm 0,1$ mm je 1 m Durchmesser anzusetzen sein*). Hierzu könnte für die beiden Räder eines Radsatzes im ungünstigsten Falle ein weiterer Durchmesserunterschied von 0,1 mm für jedes Millimeter kommen, um das der Querabstand zwischen jedem Reifen und der Radsatzlängeebene vom Urmals abweicht. Es wird daher gegenüber der »Eisenbahnbau- und Betriebsordnung« notwendig sein, die Toleranz für diesen Querabstand auf $\pm 0,5$ mm einzuschränken, wie auch bereits in den »Richtlinien« vorgesehen ist. Der größtmögliche Unterschied des Laufkreisdurchmessers würde dann für eine Gruppe von Kuppelrädern bei 1,4 m Raddurchmesser 0,24 mm und bei 2,0 m Raddurchmesser 0,3 mm betragen können. Die angegebenen Quertoleranzen gelten gleichmäßig für die inneren Stirnflächen der Radreifen, die Anlaufflächen der Spurkränze und die wirklichen Laufkreise, und zwar bei neuen und neu zu bereifenden**) Radsätzen***). Damit die Gegengewichte nicht an Rahmen- oder Triebwerksteile anschlagen, wird der Querabstand ihrer Stirnflächen auf etwa ± 2 mm zu tolerieren sein.

Da der Radsatz beim Abdrehen der Reifen und Schleifen der Schenkel zwischen den Spitzen der Werkzeugmaschine eingespannt wird, ist die Mittellinie der Körner auf den Wellenstirnflächen zugleich die Bezugslinie für alle Durchmessermaße. Bei auszubessernden Radsätzen werden zunächst die Körner nach den Richtkreisen sauber nachgefräst. Dann läßt man den Radsatz zwischen den Spitzen der Schleifmaschine umlaufen, wobei die Gegengewichte gut ausgewuchtet werden müssen, und prüft (etwa mittels einer Meßuhr), ob die Schenkel schlagen; überschreitet der größte Unterschied zwischen den Ausschlägen der Meßuhr bei einem Schenkel etwa 0,1 mm, so sollte der Schenkel geschliffen werden. Die Radlaufflächen kann man auf ähnliche Weise untersuchen; der größte Unterschied wird aber hier auf etwa 0,3 mm anzusetzen sein. Naturgemäß müssen auch die Maße des Kurbelhalbmessers und Kurbelversetzungswinkels auf die Körnermittellinie bezogen werden. An die Form der Kurbelzapfen werden ähnliche Anforderungen zu stellen sein wie an die Form der Achsschenkel. Wo man dazu übergegangen ist, die Zapfen zum Schleifen aus den Radkörpern herauszunehmen, hat man zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Beim Abdrehen der Reifen sollen zu starke Späne vermieden werden, damit die Genauigkeit der Messungen nicht durch Zerdrücken der Körner in Frage gestellt wird. Zum Vermessen ganzer Radsätze sind neuerdings besondere Meßstände ausgebildet worden. Es kommt, wie nochmals hervorgehoben werden möge, beim Vermessen vor allen Dingen darauf an, daß Quermaße auf die Längeebene des Radsatzes und alle Durchmessermaße auf die Körnermittellinie bezogen werden.

Treib- und Kuppelachslager.

Der wagrechte Lagerdruck wechselt bei jeder Radumdrehung zweimal und zwar unter ziemlich schroffem Über-

*) Tiefe Drehriefen gestatten eine derartig genaue Bestimmung des Durchmessers auch nicht annähernd und können sich bereits bei der ersten Fahrt soweit abschleifen, daß der tatsächliche Durchmesser dann bis zu 1 mm von dem bei der Bearbeitung gemessenen abweicht.

**) Lehren hierfür sind in der Anlage 6a der »Richtlinien« angegeben.

****) Bei vorhandenen älteren Radsätzen, bei denen die Reifen den angegebenen Quertoleranzen nicht genügen, wird man die Quermaße vorläufig bis zur vollen Abnutzung der Reifen, sofern nicht besondere Gründe dagegen sprechen, auf die Mittelebene zwischen den inneren Stirnflächen der Radreifen beziehen müssen.

gang seine Richtung. Infolgedessen müssen seine Rotgußlagerschalen an allen ebenen Anlageflächen unbedingt fest in das Achslagergehäuse eingepaßt werden (Abb. 11); denn bei der geringsten Bewegungsmöglichkeit würden sich nicht nur die Anlageflächen, sondern auch der Lagermetalleingufs schnell ausschlagen, so daß die Lokomotive vorzeitig aufser Dienst

lagerführung anliegt, auf eine entsprechend vorgerichtete Stützfläche des Bohrtisches aufgesetzt, so daß die (doppelt geführte) Spindelachse und mit ihr die Bohrungsmittellinie einerseits senkrecht zur Längsebene des Achslagers liegt, andererseits den gleichen Abstand von der Stützfläche hat, den die Achswellenmittellinie von der Gleitfläche der festen Achslagerführung haben soll. Außerdem wird die Scheitelfläche der Lagerschale auf den Urabstand von der Spindelachse eingestellt. Bei allen Achslagern, die bei gleicher Einstellung der Bohrmaschine gebohrt werden, muß demnach die Bohrungsmittellinie zwangsläufig die gleiche Lage erhalten. Das Lager wird einbaufertig gebohrt, da ein Aufschaben bei sorgfältiger Bearbeitung der Schenkel und Lagerschalen kaum mehr erforderlich ist. Damit die Bohrungsmittellinie leicht und zuverlässig wiedergefunden werden kann, falls ausnahmsweise ein Lagermetalleingufs im Betriebe erneuert werden muß, reißt man beim Ausbohren einen Richtkreis auf der inneren Gehäusestirnfläche an und legt ihn durch drei Körnermarken, die auf drei um etwa 120 Grad versetzten Messingschrauben eingeschlagen werden, fest. So oft der Rahmen vermessen wird, müssen diese Körnermarken von neuem ermittelt werden.

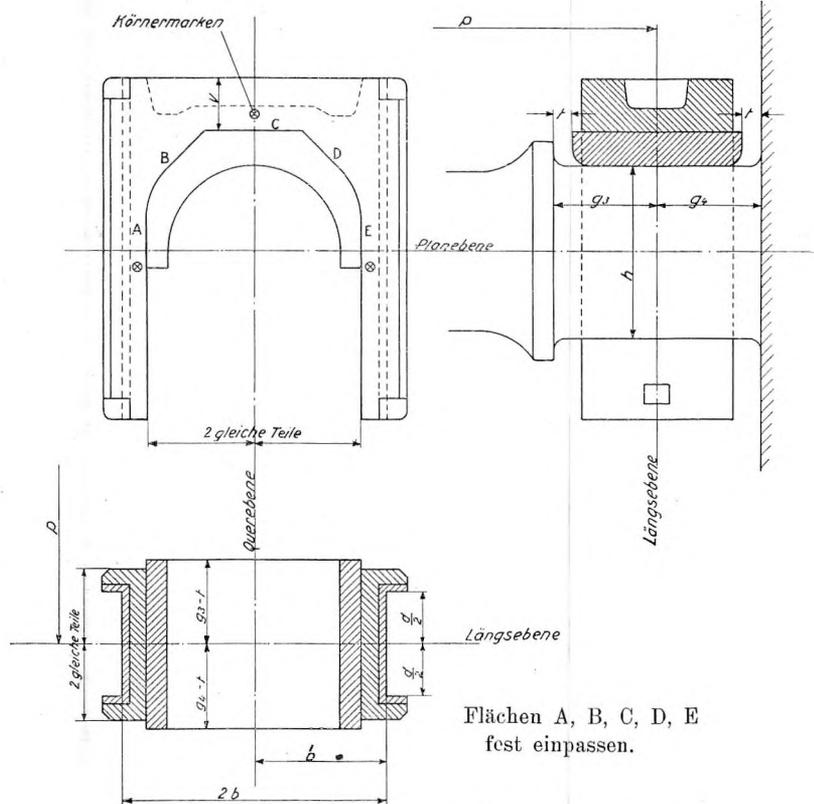


Abb. 11. Achslager. Buchstaben wie in Abb. 7.

gestellt werden müßte. Dies trifft auch für die Gleitplatten zu; doch ist hier die Gefahr nicht so groß, weil die Anlageflächen groß genug sind und durch die Befestigungsschrauben fest aufeinander gepreßt werden. Damit das Lagermetall mit möglichst geringem Übermaß und gleichmäßiger Verteilung in die Lagerschale eingegossen werden kann, soll die Mittellinie der Lagerbohrung, d. h. die Querebene des Achslagers, in der Mitte zwischen den lotrechten inneren Anlageflächen des Gehäuses angenommen werden.

Als Ausgangsfläche für das Vermessen soll eine Stirnfläche des Gehäuses eben und möglichst senkrecht zu den Anlageflächen im Innern sein. Sobald die Lagerschale und die Gleitplatten eingepaßt sind, wird die Längsmittellebene des Achslagers in der Mitte zwischen den äußeren Stirnflächen des Gehäuses angerissen; sie soll durch die Mitte der Augen für die Federhängebolzen oder der Aussparungen für die Federstützen verlaufen. Nach der Längsebene werden die Stirnflächen der Lagerschale und die Gleitleisten der Gleitplatten vorgezeichnet. Diese sollen nur in der Mitte (auf etwa 100 mm) Höhe parallel sein und nach oben- und unten schräg auseinanderlaufen, um ein Zwängen des Achslagers bei schlechter Gleislage zu vermeiden. Der Abstand der Lagerschalenstirnflächen von der Längsebene ist um das halbe Lagerspiel kürzer als derjenige der Schenkelbunde. Darauf wird die äußere Gehäusestirnfläche senkrecht und eine innere Gehäusefläche möglichst wagrecht eingerichtet und die Querebene angerissen. Parallel und in gleichen Abständen zu ihr werden die Gleitflächen vorgezeichnet.

Nachdem die Gleitplatten bearbeitet sind, wird das Lager mit der Rotgußgleitfläche, die der festen Gleitfläche der Achs-

lagerführung anliegt, auf eine entsprechend vorgerichtete Stützfläche des Bohrtisches aufgesetzt, so daß die (doppelt geführte) Spindelachse und mit ihr die Bohrungsmittellinie einerseits senkrecht zur Längsebene des Achslagers liegt, andererseits den gleichen Abstand von der Stützfläche hat, den die Achswellenmittellinie von der Gleitfläche der festen Achslagerführung haben soll. Außerdem wird die Scheitelfläche der Lagerschale auf den Urabstand von der Spindelachse eingestellt. Bei allen Achslagern, die bei gleicher Einstellung der Bohrmaschine gebohrt werden, muß demnach die Bohrungsmittellinie zwangsläufig die gleiche Lage erhalten. Das Lager wird einbaufertig gebohrt, da ein Aufschaben bei sorgfältiger Bearbeitung der Schenkel und Lagerschalen kaum mehr erforderlich ist. Damit die Bohrungsmittellinie leicht und zuverlässig wiedergefunden werden kann, falls ausnahmsweise ein Lagermetalleingufs im Betriebe erneuert werden muß, reißt man beim Ausbohren einen Richtkreis auf der inneren Gehäusestirnfläche an und legt ihn durch drei Körnermarken, die auf drei um etwa 120 Grad versetzten Messingschrauben eingeschlagen werden, fest. So oft der Rahmen vermessen wird, müssen diese Körnermarken von neuem ermittelt werden.

Mittels eines besonderen Meßdornes (Abb. 12), dessen Durchmesser um etwa 20 mm fortlaufend verstellbar ist, kann man den Bohrungsdurchmesser der fertig bearbeiteten Lagerschalen und vor allen Dingen den Längsabstand der Bohrungsmittellinie von der maßgebenden Rotgußgleitfläche unmittelbar nachprüfen. Man erhält dadurch, zumal da das Spiel des Lagers auf dem Schenkel ausgeschaltet wird, die volle Gewähr, daß die Achswellenmittellinie des betriebmäßig eingebauten Radsatzes auch tatsächlich die Umlage im Rahmen einnimmt. Bei dieser Messung wird die Toleranz für den Abstand der Bohrungsmittellinie auf $\pm 0,1$ mm und der Abstandsunterschied an beiden Lagerstirnflächen (Schräglage der Mittellinie zur Rotgußgleitfläche) auf 0,1 mm festzusetzen sein.

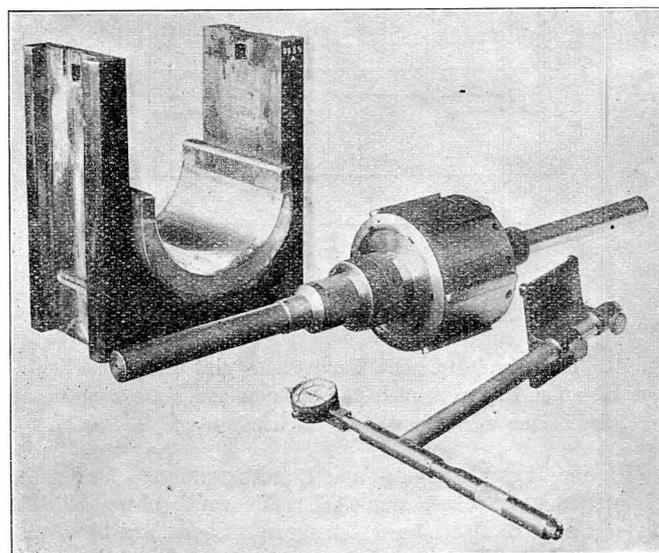


Abb. 12. Meßdorn für Achslager.

Den richtigen Sitz der beiden Achslager eines Radsatzes kann man auf folgende Weise nachprüfen. Schiebt man beide Achslager gegen die Wellenbunde, so soll der Querabstand der inneren Rotgußgleitleisten von der Längsebene des Radsatzes (Körnermarke) gleich groß sein; dasselbe soll der Fall

sein, wenn man beide Achslager gegen die Radnaben schiebt; die Querabstände beider Stellungen sollen sich dabei um das gesamte Lagerspiel unterscheiden. Bringt man darauf das eine Lager gegen den Wellenbund, das andere gegen die Radnabe zum Anstoßen, so soll der Querabstand zwischen der inneren Rotgulsleiste des einen Lagers und der äußeren Leiste des anderen Lagers gleich dem Urabstand der Achslagerlängsebene sein; er kann mit dem gleichen Maßstab wie die Achslagerführungen selbst gemessen werden.

Schwinge, Steuerwelle und deren Lager.

Schwingen- und Steuerwellenlager. Die Heusingersteuerung wird durch die Treib- und Schwingenkurbel

des Treibradsatzes angetrieben. Werden also die Mittellinien der Schwingen- und Steuerwellenlager in den ursprünglichen Längs- und Höhenabständen zur Mittellinie der Treibachswelle angeordnet, so können die Längenmaße des gesamten Steuergerätes ihre ursprünglichen Größen behalten. Die Mittellinie der Treibachswelle war bereits durch die Körnermarken für die Hauptplan- und Hauptquerebene dauernd festgelegt. Sobald der Rahmen gerichtet ist, richtet man je eine quer über den Rahmen hinwegreichende

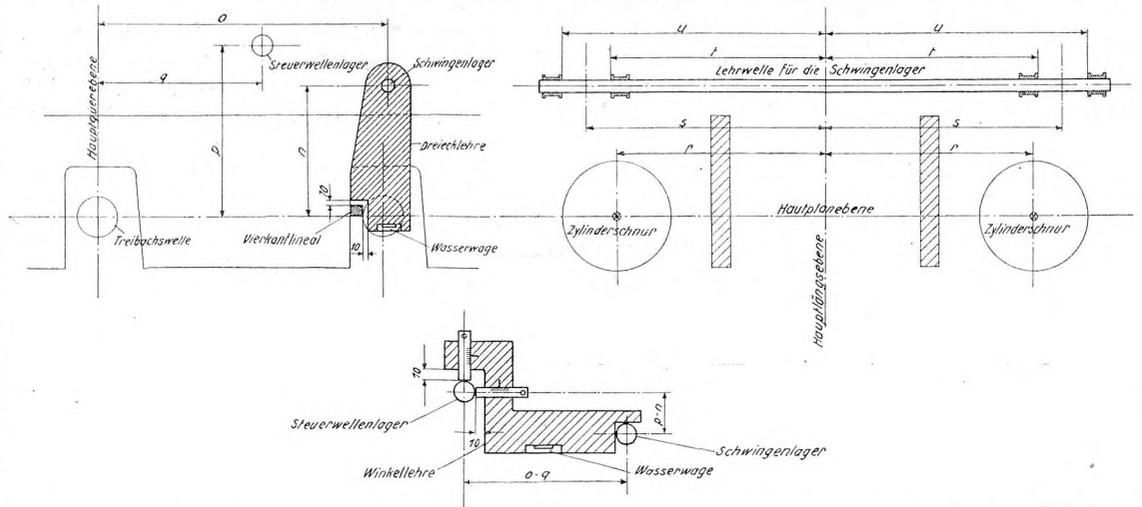


Abb. 13. Schwingen- und Steuerwellenlager. Die Meßkanten des Vierkantlineals haben bestimmte Längs- und Höhenabstände von der Mittellinie der Treibachswelle.

Lehrwelle durch Auszirkeln gleichachsig zu dem äußeren Schwingen- oder Steuerwellenlager (ohne Lagerschalen) jeder Lokomotivseite ein und setzt auf die Enden der einen Lehrwelle eine Dreiecklehre, ähnlich wie sie zum Ausmessen der Schieberkastenlage verwendet wurde (Abb. 13). Dann ordnet man (etwa in einem bequem gelegenen Achslagerausschnitt) ein Vierkantlineal in bestimmter Lage zur Mittellinie der Treibachswelle an. An dem Rechteckausschnitt der Dreiecklehre kann man schließlich die Abweichung der betreffenden Lagermittellinie von Ihrer Urlage unmittelbar ausmessen. Wenn sich eine Lehrwelle, wie es gelegentlich bei den Schwingenlagern vorkommt, nicht über die ganze Rahmenbreite durchführen läßt, muß man sich auf jeder Rahmenseite mit einer kürzeren Lehrwelle begnügen. Die Längs- und Höhenabstände der Lehrwellen untereinander lassen sich leicht mit der ebenfalls in Abb. 13 dargestellten Winkellehre ermitteln. Die Toleranz für diese Abstände sollte $\pm 0,2$ mm, für diejenigen von der Mittellinie der Treibachswelle $\pm 0,5$ mm nicht übersteigen. Wo die Toleranzen nicht eingehalten sind, können die Lagerschalen ungleichachsig zu den Lagerkörpern gebohrt werden; besser ist es aber unbedingt, die Lagerträger unter Kürzen und Hinterlegen ihrer Stirnflächen neu zu verlegen, damit die Lagerkörper selbst in ihre Urlage kommen und die Lagerschalen gleichachsig gebohrt werden können. Bei der Nachprüfung setzt man in die Lagerkörper zweckmäßig im Durchmesser verstellbare Spanndorne ein, durch welche die Lehrwellen gleichachsig zu den Lagermittellinien geführt werden. Für die Einstellung in der Querrichtung sind die Lehrwellen mit einer Millimeterteilung versehen, deren Nullpunkt beim Vermessen in der Hauptlängsebene der Lokomotive zu denken ist. Bei einer durchgehenden Lehrwelle kann man also entweder den Nullpunkt lotrecht über der Rahmenschnur oder die beiden Teilpunkte, die den ursprünglichen Querabständen

der Zylinder entsprechen, über den Zylinderschnüren einstellen. Bei einer kurzen Lehrwelle ist nur das zweite Verfahren möglich. Zum Einrichten wird man am besten ein Ferrrohr*) mit lotrecht einstellbarer Achse benutzen. Nach der Teilung bringt man nun die beiden, der Schwinge selbst zugekehrten Stirnflächen der Schwingenlager in den ursprünglichen Querabstand voneinander und von der Hauptlängsebene. Sinngemäß ordnet man auf jeder Lokomotivseite mindestens je eine Stirnfläche eines Steuerwellenlagers im Urabstand von der Hauptlängsebene an.

Schwinge. Die Mittellinien der beiden Drehzapfen sollen zusammenfallen und durch die Mittellinie des Schlitzes für den Schwingenstein verlaufen (Abb. 14). Das Angriffs-

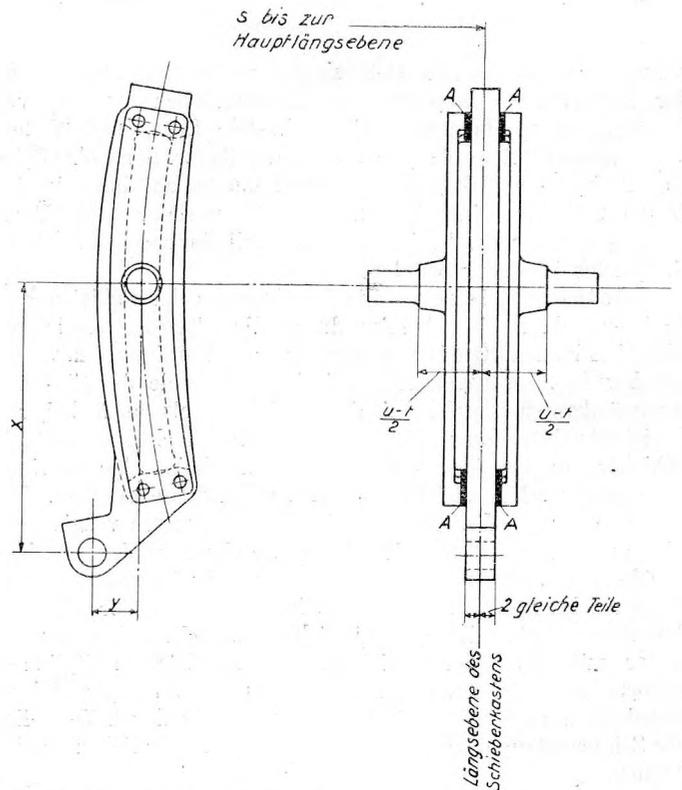


Abb. 14. Schwinge. Bei A nötigenfalls aufschweißen. Buchstaben wie in Abb. 12.

*) Auch wenn andere optische Hilfsmittel nicht angewandt werden.

gelenk der Schwingenstange soll seine ursprüngliche Lage zu den Mittellinien der Drehzapfen und des Schlitzes einnehmen. Diese Verhältnisse können durch eine hier nicht zu beschreibende Vorrichtung sichergestellt werden; bei einer Verschiebung der Schwingenteile gegeneinander müssen die vier Eckschrauben berichtigt werden. Ferner soll die zur Drehzapfenmittellinie senkrechte Mittelebene zwischen den Drehzapfenbunden gleichzeitig die Mittelebene des Mittelstücks sein, damit sie beim Einbau der Schwinge in den Rahmen ohne irgendwelche Anpassungsarbeiten mit der Längsebene der Steuerung und des Schieberkastens zusammenfällt. Nötigenfalls müssen die Anlageflächen zwischen den einzelnen Schwingenteilen durch Aufschweißen verstärkt werden.

Steuerwelle. Um auch die Steuerwelle (Abb. 15) ohne irgend welche Anpassungsarbeiten richtig in ihre Lager einlegen zu können, bringt man die Wellenbunde, die den beiden oben erwähnten Lagerstirnflächen entsprechen (nötigenfalls durch Aufschweißen) in den ursprünglichen Querabstand voneinander.

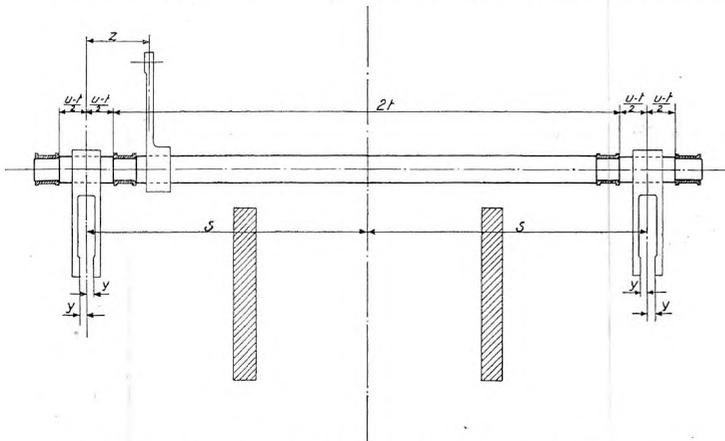


Abb. 15. Steuerwelle. Die Hebel sind versetzt gezeichnet. Buchstaben wie für die Schwingenlager in Abb. 13.

Natürgemäß müssen die Gelenke des Steuerstangenhebels und der Aufwerfhebel ihrerseits die ursprünglichen Querabstände von diesen Wellenbunden erhalten. Welche Lager- und Wellenbunde ausgewählt werden, hängt von der Bauart der Lokomotive ab. Aufwerf- und Steuerstangenhebel müssen auf ihre richtige Länge und ihre Kurbelstellung geprüft werden. Die Übertragungswelle von Drei- und Vierzylindermaschinen kann sinngemäß behandelt werden.

Kolbenschieber. Die Durchmesser der Schieber und Schieberbuchsen sind bereits durch die älteren Vorschriften nach bestimmten Größen abgestuft; die Anordnung hat sich gut bewährt. Dagegen sollen die Längsabstände der Ein- und Ausströmkanten sowohl bei den Schiebern als auch bei den Schieberbuchsen dauernd den Urmaßen entsprechen, damit alle Schieber, die nacheinander in die auszubohrenden Buchsen eingesetzt werden, gleiche Steuerungsverhältnisse ergeben. Die Toleranz für den Längsabstand der Einströmkanten voneinander wird auf $\pm 0,4$ mm, für die Längsmasse (Breiten) der Schieberkanäle und Schieberkörper auf $\pm 0,2$ mm festzusetzen sein. Dagegen braucht, wie bereits beim Vermessen der Zylinder dargelegt wurde, die Quermittellebene zwischen den Kanälen weder mit der Quermittellebene des zugehörigen Zylinders zusammenzufallen, noch den Urabstand von der Hauptquerebene einzuhalten, da die Abweichungen planmäßig durch Verstellen der Schieberstange im Schieberstangenkopf ausgeglichen werden können.

Kuppelstangen.

Die Längs- und Planebenen der Kuppelstangen sind als Mittelebenen des Schaftes aufzufassen, während die Querebenen etwa durch die Schmierlöcher bestimmt werden (Abb. 16).

Nach den Vermessungsgrundlagen erhalten die Längsebenen stets den ursprünglichen Querabstand von der Längsebene der Radsätze und die Querebenen den (dem Radstand entsprechenden) ursprünglichen Längsabstand voneinander. Die Stangen können also bis zum Ausbohren der Lagerschalen unabhängig von den übrigen Lokomotivteilen bearbeitet werden; nur die Durchmesser und Quermasse der Lagerschalen sind durch die entsprechenden Abmessungen der Kuppelzapfen bedingt. Die Treib-, Schwingen- und Schieberstangen werden sinngemäß behandelt. Nach Beseitigung etwaiger Verbiegungen oder Verdrehungen werden die Bezugsebenen bei jeder einzelnen Stange auf einer Richtplatte angerissen. Dann werden die Seitenflächen der Stangenköpfe parallel zur angezeichneten Längsebene, ferner die Anlageflächen in den Lagerausschnitten senkrecht zu den Seitenflächen sowie senkrecht und parallel zur Planebene geschliffen oder gefräst. Um Unstimmigkeiten auszuschalten, werden die Stangen bei allen Arbeitsgängen und beim Vermessen stets nach den äußeren Seitenflächen der Köpfe ausgerichtet.

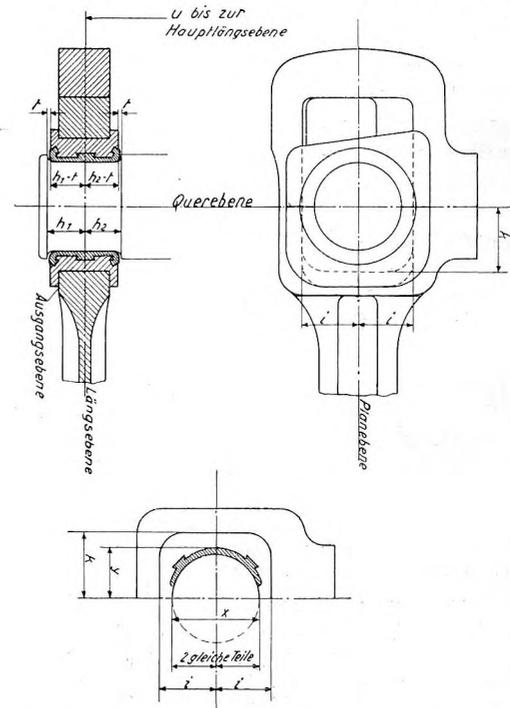


Abb. 16. Stangenlager und Lagerschale. t ist das halbe Lagerspiel.

Die Bearbeitung wird nur soweit getrieben, daß saubere Flächen entstehen, dabei aber die oberen und unteren Anlageflächen möglichst gleiche Höhenabstände von der Planebene bekommen. Alle Flächen, die um mehr als 2 mm abgenutzt sind, werden durch Aufschweißen wieder in die Urlage gebracht. Ebenso werden die Gelenkbolzen bei entsprechender Abnutzung oder falscher Lage berichtigt.

Die Stangenlager müssen nicht nur die ständig wechselnden Kolbendrücke wie die Achslager, sondern auch die nach allen Richtungen hin wirkenden Fliehkräfte der Stangen aufnehmen und daher unbedingt festsitzen. Die Lagerschalen können vorgearbeitet und mit Einguß versehen auf Vorrat gehalten werden. Sobald die Lagerausschnitte in den Stangenköpfen fertig gestellt sind, werden die Lagerschalen angerissen und an allen lotrechten Anlageflächen auf der Werkzeugmaschine fertig bearbeitet. Dagegen erhalten die wagrechten Anlageflächen zunächst etwa 0,2 mm Gesamtübermaß, damit sie durch leichtes Nachschaben voll tragend eingepaßt werden können. Die schräge Anlagefläche für den Stellkeil kann erst nach dem Einsetzen des Lagers in den Stangenkopf vom Stellkeil selbst aus angerissen werden. Bei diesem Verfahren wird die Hand-

arbeit auf ein Mindestmaß beschränkt. Sofern die Stangen in einer besonderen Werkstattsabteilung behandelt werden, dürfte sich eine Abgleichung oder Abstufung der Stangenkopfmäße erübrigen.

Sobald die Lagerschalen mit den Stellkeilen und Beilagen sowie die Gelenkbolzen fertig eingepaßt sind, wird der gesamte Kuppelstangensatz einer Lokomotive betriebmäßig zusammengebaut auf eine besondere Richtplatte gebracht, auf der die Mittellinien der einzelnen Lagerbohrungen durch lotrecht angeordnete Messdorne in ihrer Umlage gekennzeichnet sind (Stangenmefstisch). Dann werden die Stangen so eingerichtet, daß die äußeren Seitenflächen der Köpfe (bei gleichmäßiger Verteilung des Querspieles an den Gelenken) wagrecht liegen und die Mittellinien der Dorne möglichst mit den Schnittlinien der Plan- und Querebenen zusammenfallen. Mit einem besonderen Parallelreißer bestimmt man nun endgültig die gemeinsame Längsebene des gesamten Kuppelstangensatzes und von ihr aus die Querabmessungen der einzelnen Lager nach den Kuppelzapfenmaßen; die Lagerbohrungen legt man mittels eines Zirkels, der auf die Messdorne gesetzt wird, durch Richtkreise fest. Zum Ausbohren werden die einzelnen Stangen nach den äußeren Seitenflächen der Köpfe und den Richtkreisen senkrecht und gleichachsig zur Bohrspindelachse ausgerichtet. Die Bohrung-

Lote wird man zwischen den Querabständen der beiden Enden eines Lotes von der Hauptlängsebene Unterschiede bis zu etwa 4 mm zulassen können. Die richtige Höhenlage ermittelt man am einfachsten nach den Abständen, welche die tiefste Längslinie des Langkessels über der Hauptebene hat. In der Längsrichtung des Kessels darf die Wärmedehnung nicht behindert werden. Endlich wird die höchste Stelle der Decke im Inneren der Feuerbüchse ermittelt und danach die höchste wasserberührte Stelle der Feuerbüchse durch einen Riss auf der Stehkesselrückwand gekennzeichnet; die Marken des niedrigsten Wasserstandes müssen mindestens 100 mm über dem Riss liegen.

Sobald der Kessel ausgerichtet ist, werden die Gleitplatten der Stehkesselträger, die Futterstücke des Schlingerstückes und der Rauchkammerträger angepaßt. Dann erst werden beim Blechrahmen die Beilagen für die Langkesselträger eingebracht und beim Barrenrahmen die Pendelbleche durch sorgfältig eingepaßte Schrauben befestigt. Bei guter Arbeitsausführung bilden Kessel und Rahmen (besonders der Barrenrahmen) eine so widerstandsfähige Einheit, daß der Rahmen nach Abnahme der Achsgabelstege beim Unterbringen der Radsätze seine Form kaum mehr verändert. Die lotrechte Längsmittellinie des Langkessels befindet sich, wenn man von der Abnutzung der Radreifen absieht, im Urabstande über Schienenoberkante.

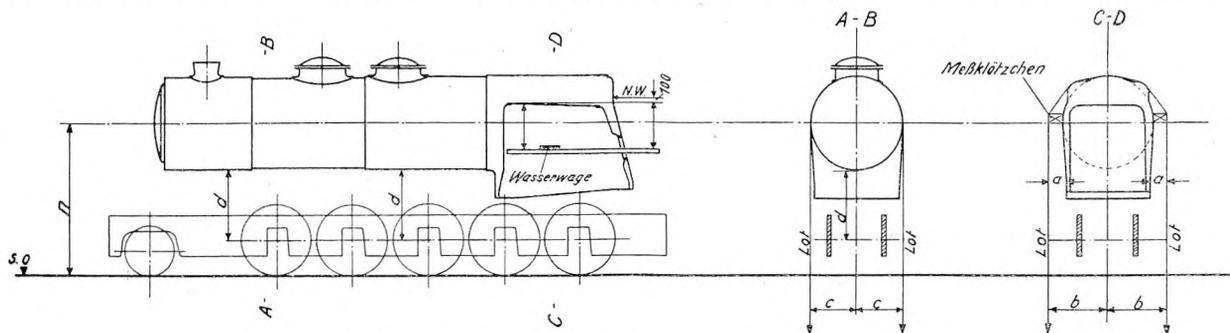


Abb. 17. Einrichten des Kessels. Der Rahmen steht dabei auf Windeböcken.

durchmesser werden mit einer Innenschraublehre bestimmt und sofort auf das Fertigmaß gebracht, da bei zylindrischen Zapfen ein Aufschaben kaum mehr erforderlich ist.

Zur Nachprüfung werden die Kuppelstangen nochmals betriebsfertig zusammengebaut auf den Mefstisch gebracht. Das beschriebene Verfahren verbürgt eine sehr hohe Genauigkeit, so daß für die Stangenlängen eine Toleranz von $\pm 0,1$ mm noch eingehalten werden könnte. Mischspäne aus Rotguß und Lagermetall fallen nur in ganz geringen Mengen an. Nach einem anderen Verfahren sollen die Lagerschalen auf gleiche Weise in die Stangenköpfe eingepaßt, aber erst nachher und zwar maßhaltig ausgegossen werden, um das Ausbohren des Lagermetalls völlig zu ersparen.

Aufsetzen des Kessels auf den Rahmen.

Beim Aufsetzen des Kessels soll der betriebsfertig bearbeitete Rahmen unter den Hauptkesselträgern unterstützt, wagrecht aufgestellt und durch die Achsgabelstege versteift sein*). Quer über den Stehkessel, die einzelnen Kesselschüsse und die Rauchkammer legt man Lote (Abb. 17) und richtet zunächst den Stehkessel so ein, daß die herabhängenden Enden der Lote möglichst gleiche Querabstände von der Hauptlängsebene und in gleichen Höhen gleiche Querabstände von den Stehkesselseitenwänden haben; der Stehkessel soll also bei breiter Feuerbüchse auf beiden Rahmenseiten gleich weit überstehen oder bei schmaler Feuerbüchse gleich großes Spiel zwischen den Rahmeninnenflächen haben. Beim Abgleichen der vorderen

Querverschiebung der Zylinder infolge der Erwärmung durch den Dampf.

Infolge Wärmedehnung während der Fahrt unter Dampf wird die Mittellinie der Außenzylinder und -schieberkästen annähernd parallel zu sich selbst nach außen verschoben. Bei einer Heißdampfzwillings-Lokomotive beträgt die Größe der Verschiebung, wenn eine mittlere Wandungswärme von 200°C und eine Wärmedehnungsziffer von $1,1\text{ mm/m}/100^{\circ}$ zugrunde gelegt wird, überschläglich $0,022\text{ mm je cm}$ des Zylinderhalbmessers. Bei der dreizylindrigen G-12-Lokomotive mit hochliegendem Mittelzylinder wandert die Mittellinie des Außenzylinders (von der Hauptlängsebene aus gerechnet) etwa $0,8\text{ mm}^*$ nach außen, während am hinteren Ende der Gleitbahn eine Verschiebung nicht mehr festzustellen ist. Bleibt dies beim Vermessen unbeachtet, so wird die Gleitbahn bei der Fahrt unter Dampf schräg zur wirklichen Zylindermittellinie liegen; die Kolbenstange wird die hintere Kolbenstopfbuchse bei jedem Hub um etwa $0,3\text{ mm}$ in der Querrichtung verschieben, während sich die Treibstange sogar um etwa $0,8\text{ mm}$ (auf ihre Gesamtlänge bezogen) schräg zur Hauptlängsebene stellen wird. Die Folge ist eine recht ungünstige Beanspruchung der Stopfbuchse und des Treibstangenlagers. Ähnliche Verhältnisse treten für den Schieberkasten und das Steuergestänge auf.

Würde man die Wärmeverschiebung dagegen bereits in den Werkzeichnungen der Lokomotive berücksichtigen, so würde bei der Fahrt unter Dampf die Längsebene des Zylinders mit derjenigen der Treibstange und des Treibzapfens, ferner die Längsebene des Schieberkastens mit derjenigen des Steuer-

*) Nach einer Messung von Henschel & Sohn.

*) Wird der Kessel erst aufgesetzt, wenn der Rahmen bereits auf den Radsätzen steht, so werden sich Verzerrungen des Rahmens nicht vermeiden lassen.

gestänges zusammenfallen. Die Gefahr für das Auslaufen der Zylinder und Schieberbuchsen, für das Undichtwerden der Stopfbuchsen und für das Heißlaufen der Treibstangenlager würde erheblich vermindert werden. Das Vermessen würde bei dem oben geschilderten Verfahren weder für die Vorstellung noch für die Ausführung irgend welche Schwierigkeiten machen.

Tender.

Der dreiachsige Tender wird nach den gleichen Grundsätzen wie die Lokomotive, aber in einfacherer Form vermessen. Beim Vermessen wird der Wasserkasten abgebaut und der Rahmen vorn und hinten durch paarweise angeordnete, senkrecht verstellbare Windeböcke unterstützt (Abb. 18). Über den äußeren Achslagerausschnitten werden zwei Querlineale auf den Rahmen und auf die Querlineale zwei Längslineale hochkant verlegt; die Windeböcke werden dann solange verstellt, bis alle vier Lineale wagerecht liegen. Darauf wird wie bei der Lokomotive an jedem Rahmenende ein Querträger mit je drei

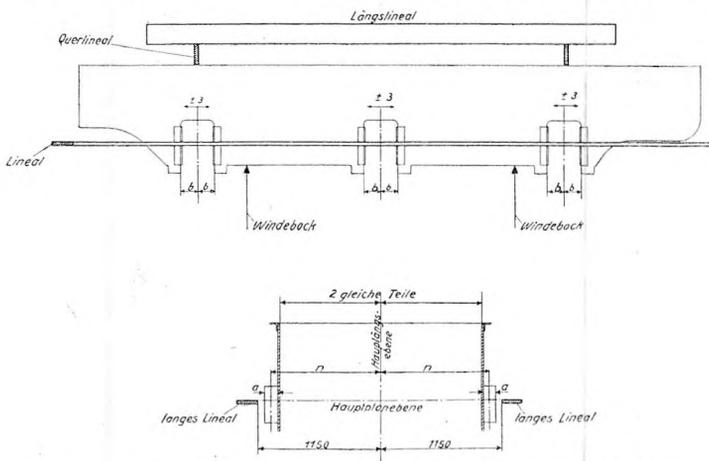


Abb. 18. Dreiachsiger Tender. Die Quermaße a und die Längenmaße b der Achslagerführungen werden bei allen Achslagern gleich groß gemacht. Der Wasserkasten ist abgenommen.

Schnurhaltern befestigt. Die mittlere Schnur, die wiederum als »Rahmenschnur« bezeichnet wird, wird nach zwei Loten eingestellt, die in der Mitte zwischen den Rahmeninnenflächen (in Höhe der Rahmenoberkante gemessen) gefällt werden. Die beiden äußeren Schnüre werden in einem Querabstande von je 1150 mm von der Rahmenschnur gestreckt. Nach den Schnüren, die leicht ab- und aufgeworfen werden können, werden die Rahmenbleche gerichtet und die Gleitleisten der Achslagerführungen vorläufig vermessen. Schließlich werden an Stelle der äußeren Schnüre zwei lange Lineale flach verlegt, so daß ihre Innenkanten ebenfalls je 1150 mm von der Rahmenschnur entfernt sind, und die Achslagerführungen endgültig vermessen und angebaut.

Durch das Einwiegen des Rahmens und durch die Einstellung der Lote wird die Hauptlängsebene des Tenders beim Neubau und bei allen Ausbesserungen in übereinstimmender Weise festgelegt. Die Längsmittlebenen der Achslagerführungen erhalten stets den ursprünglichen Querabstand von der Hauptlängsebene. Alle Achslagerführungen werden auf das gleiche Quermaß (Breite) gebracht; entsprechend werden die Längsabstände der beiden zusammengehörigen Gleitflächen bei allen Achslagern gleich groß gemacht; die einander entsprechenden Gleitflächen beider Rahmenseiten sollen jeweils in der gleichen Querebene liegen. Die Achswellenmittellinien werden naturgemäß wiederum in der Mitte zwischen den Gleitflächen angeordnet; gegenüber ihrer Urlage dürfen sie jedoch in der Längsrichtung um ± 3 mm verschoben sein.

Das Eisenbahnzentralamt beabsichtigt, die vorhandenen Tenderlager (Abb. 19) soweit zu normen, daß die Lagerschalen bis auf die Anpassung der Längen einbaufertig vorrätig gehalten werden können. Die Querebene des Lagers ist in der Mitte zwischen den lotrechten Innenflächen des Gehäuses anzunehmen. Die Längsebene soll im ursprünglichen Querabstande von der lotrechten Kante, gegen welche die Knaggen der Lagerschale stoßen, angeordnet werden. Die Schnittlinie beider Bezugsebenen soll mit der Mittellinie der Bohrung für die Federstütze zusammenfallen. Nach den beiden Bezugsebenen und den Abmessungen der Achslagerführungen werden die Rotfußgleitflächen und -leisten angerissen. Die beiden Teillängen eines jeden Achsschenkels könnten wiederum in bezug auf die Längsebene des Achsschenkels bestimmt werden. Bei genormten Achslagern ist es aber bequemer, von einer Ebene auszugehen, die 60 mm weiter nach außen liegt und den lotrechten Kanten im Gehäuseinnern entspricht. Die Teillängen des Schenkels in bezug auf diese Ebene stimmen dann, vom Lagerspiel ab-

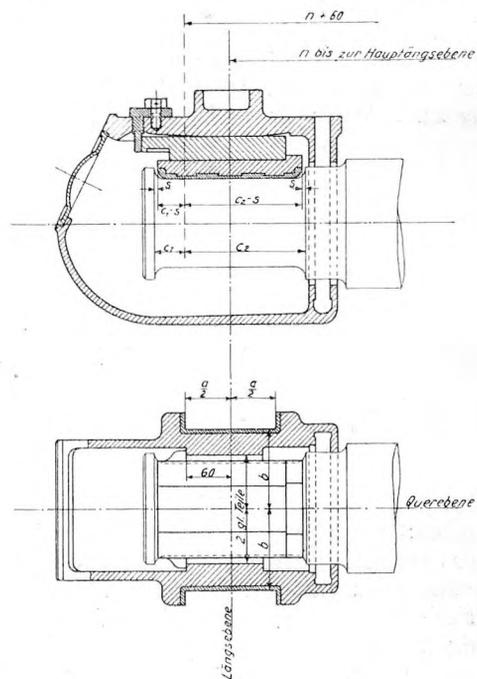


Abb. 19. Tenderlager. An Stelle der Vierkantschraube ist ein Winkel vorgeschlagen.

gesehen, mit den Teillängen der Lagerschale in bezug auf die Knaggen unmittelbar überein. An Stelle der Vierkantschraube, die sich nicht paßgerecht ausführen läßt, wird der in der Abbildung dargestellte Winkel vorgeschlagen.

Damit der Tender durch die Lokomotive im geraden Gleise richtig geführt und sein vorderer Radsatz nicht einseitig gegen eine Schiene gedrückt wird, soll die Hauptlängsebene des Tenders mit derjenigen der Lokomotive zusammenfallen. Die Stoßpuffer sollen also die ursprünglichen Querabstände von der Hauptlängsebene des Tenders erhalten und der Hauptkuppelbolzen in der Hauptlängsebene liegen; die Toleranz wird auf ± 1 mm anzusetzen sein. Beim vierachsigen Tender sollen außerdem auch die Drehzapfen in der Hauptlängsebene liegen, während die Drehzapfenführungen sich entsprechend in der Längsebene der Drehgestelle befinden sollen. Im übrigen bietet das Vermessen eines vierachsigen Tenders nichts Besonderes.

Nutzen des Vermessens.

Für die Güte einer Hauptausbesserung oder Untersuchung erhält man nur dann die volle Gewähr, wenn die Lokomotive jedesmal vollständig auseinander genommen und in allen Einzel-

teilen etwa nach dem vorstehend geschilderten Verfahren vermessen wird. Denn manche Fehler lassen sich erfahrungsgemäß nur durch sorgfältiges Vermessen aufdecken; sie würden zwar die Betriebssicherheit nicht immer nachteilig beeinflussen, aber wohl meistens eine vorzeitige Abnutzung der aufeinandergleitenden Teile herbeiführen. Infolgedessen können auch geringe Kosten der einzelnen Ausbesserungen bei unzureichenden Fahrleistungen verhältnismäßig hohe Kosten für die Wegegemeinschaft ergeben. Umfangreichere Ausbesserungsarbeiten, wie sie hier als Regel gefordert werden, müssen naturgemäß im Einzelfalle teurer werden. Neben der rücksichtslosen Wiederherstellung der Urmasse ermöglicht es jedoch die rechtzeitige Vorausbestimmung der Pafsmasse, eine sehr weitgehende Arbeitsteilung durchzuführen und dadurch an Gesamtausbesserungszeit zu sparen. Die geringen Mehrkosten des Vermessens werden durch die Genauigkeit der Fertigung insofern ausgeglichen, als alle Einzelteile beim Zusammenbau ohne nennenswerte Nacharbeiten zusammenpassen; unvorhergesehene Schäden, die sich erst bei der Probefahrt herausstellen und dann im Ver-

gleich zur notwendigen Arbeitsausführung unverhältnismäßig große Rüstarbeiten erfordern, werden aufhören. Die vorhandenen Teile werden, soweit sie nicht zu stark abgenutzt sind, grundsätzlich wieder verwendet; die Lagervorräte können auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Den größten Nutzen wird das genaue Vermessen aber dadurch herbeiführen, daß der Kohlenverbrauch infolge der Verringerung der inneren Verluste fühlbar zurückgeht, daß die lästigen Kleinausbesserungen im Betriebe wesentlich eingeschränkt werden und daß die Lokomotiven gleichwohl erheblich weitere Laufwege zwischen zwei Ausbesserungen zurücklegen. Dieser Nutzen wird, wie die vorliegenden Erfahrungen erwarten lassen, so erheblich sein, daß die Betriebskosten je Kilometer sich trotz der höheren Aufwendungen für die einzelnen Ausbesserungen alles in allem merkbar niedriger stellen werden, als bei solchen Ausbesserungen, bei denen nur die offenkundig schadhafte Teile mit möglichst geringem Arbeitsaufwand wiederhergestellt werden.

Federprüfmaschinen.

Von Eugen Irion, Düsseldorf.

Tragfedern sind wichtige Bauteile der Fahrzeuge. An ihren Baustoff werden sehr hohe Ansprüche gestellt. Da die Güte jedoch wesentlich von der Härtung abhängig ist, so müssen die Federn im fertigen Zustand einer genauen Prüfung unterzogen werden, die der Beanspruchung in der Praxis möglichst entsprechen soll. Man darf die Federn daher nicht wie bisher nur statisch belasten, sondern muß den wirklich in der Praxis vorkommenden Belastungsvorgang möglichst nachahmen. Diesem Zweck dienen Spezial-Federprüfmaschinen, die die Federn dynamisch beanspruchen. Die kleineren Federprüfmaschinen finden in erster Linie bei der Herstellung von Tragfedern für Personen- und Lastkraftwagen, die größeren Maschinen von über 10 000 kg Druckkraft dagegen bei der Herstellung von Blatt- und Pufferfedern Verwendung. Hauptsächlich die Größen für 20 bis 30 t Druck leisten in Eisenbahn-Ausbesserungswerkstätten bei der Ausbesserung bzw. Nachprüfung alter Federn gute Dienste. Die Federn werden nach den Vorschriften des Eisenbahnzentralamtes dynamisch und statisch belastet, auf ihre Tragfähigkeit und Durchbiegung untersucht und, wenn nicht einwandfrei, von der weiteren Verwendung ausgeschlossen. Diese eingehende Prüfung der gebrauchten Federn durch die Ausbesserungswerkstätten trägt zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Eisenbahnfahrzeuge bei. Neugelieferte Federn müssen schon auf den Lieferwerken einer Prüfung unterzogen werden.

Die nachstehend beschriebene Federprüfmaschine (Abb. 1) ist, weil sie einer wenig achtamen Behandlung in Betriebe ausgesetzt ist, von besonders kräftiger Bauart. Der Übergang von einer Prüfungsart zur anderen: Zug- und Druck- oder Biegeversuch erfordert keine besondere Vorbereitungen und kann unmittelbar stattfinden. Als Kraftmesser dient je nach dem beabsichtigten Sonderzweck die Hebelwaage oder Flüssigkeitswaage.

Die Ausführung entspricht den Vorschriften des Deutschen Eisenbahn-Zentralamtes, so daß die einzelnen Federn zunächst einmal grade gestreckt, wieder entlastet und sodann etwa 60

oder 120 mal in der Minute bis zur horizontalen Lage durchgedrückt werden können. Ebenso können die fertigen Federn in Gehängen wie bei den Fahrzeugen und unter der gleichen Belastung wie unter den Fahrzeugen, geprüft werden. An der Gehängevorrichtung kann während der Belastung der Neigungswinkel der Gehängeeisen abgelesen werden.

Die Maschine besteht im wesentlichen aus einem kräftigen

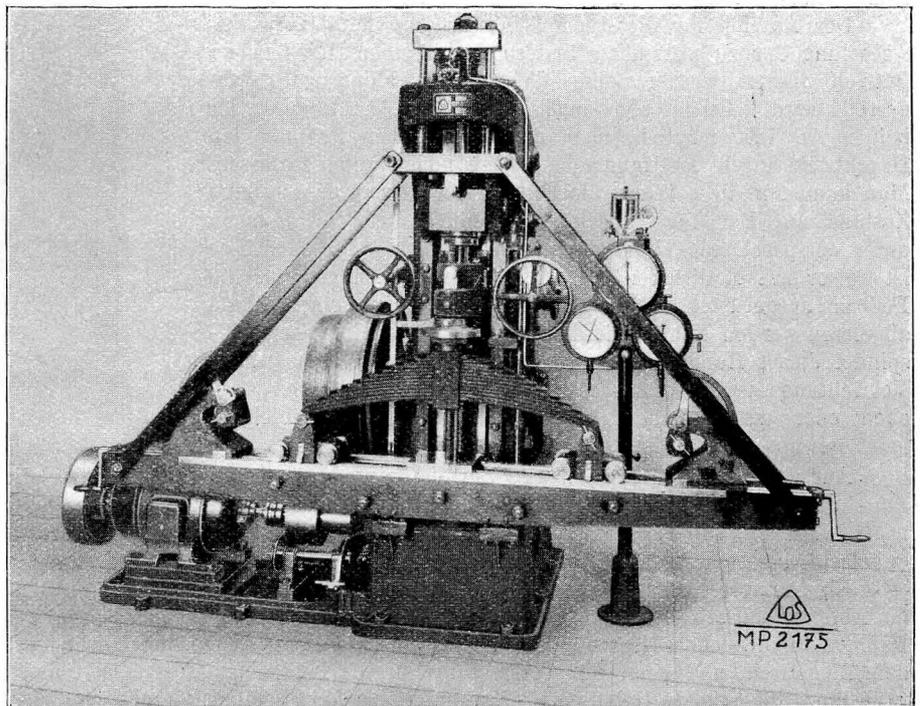


Abb. 1. Federprüfmaschine.

gusseisernen Ständer, in welchem der Kurbelantrieb untergebracht ist. An ihm ist auch der Druckbock in Schlittenführung angeordnet. Durch die Gewindespindel wird über ein Schneckengetriebe der Druckbock mit einer Geschwindigkeit von 1000 mm in der Minute abwärts bzw. aufwärts bewegt und dadurch den einzelnen Federblättern oder den fertigen Federn die jeweils gewünschte Durchbiegung erteilt. Die

Belastung der Feder wird vom Biegetisch aufgenommen und mittels der Zugstangen auf eine Meßdose übertragen. Die Meßdose steht in Verbindung mit den Manometern, an deren Skalen der jeweilige Druck sofort abgelesen werden kann und mit dem Schreibapparat, der die Durchbiegung bzw. Zusammendrückung der Feder als Funktion der Belastung in Diagrammform auf einen Papierstreifen aufzeichnet (Abb. 2).

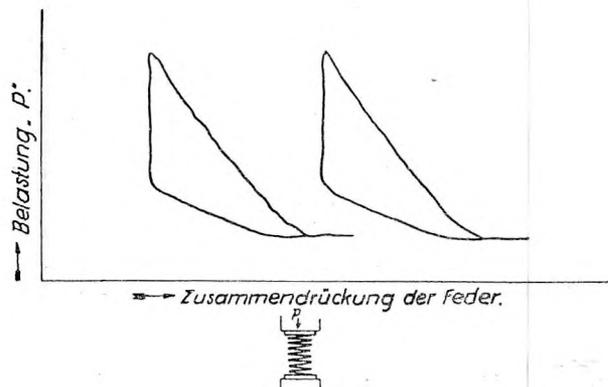


Abb. 2. Diagramm einer Ringfeder. Statischer Versuch.

Durch Zwischenschaltung einer Kulisse in den Antrieb können die Hübe des Druckbockes in einfacher Weise in den Grenzen von 0 bis 600 mm oder 0 bis 200 mm, entsprechend den erforderlichen Pfeilhöhen der einzelnen Federn durch Drehen des Handrades eingestellt werden. Diese Verstellung kann während des Ganges vorgenommen werden, der jeweils einzustellende Hub ist an der Skala des Zeigers zu ersehen.

Der Antrieb für die dynamische Prüfung kann zur Auswechslung der zu prüfenden Federn durch einen Hebel außer Betrieb gesetzt werden, ohne daß die Maschine selbst abgestellt wird. Es ist aber auch infolge der Vereinigung der beiden Antriebe möglich, nach der dynamischen Prüfung den Druckbock durch Betätigung des Hebels höher laufen zu lassen. Man kann auf diese Weise die Federn sowohl vom unbelasteten Zustand auf Belastung drücken, wie auch die Schwingungen unter entsprechender Vorspannung vornehmen. Die Maschine ist außer mit Rollböcken mit Aufhängevorrichtungen für die Federn ausgerüstet, deren Neigungswinkel an einer Skala abgelesen werden kann. Sie können mittels einer Gewindespindel durch Handkurbeln unter Last verstellt werden. Eine Vorrichtung verhindert das Auflaufen des Druckbockes nach oben oder unten und rückt den Antrieb nach Erreichung jedes gewünschten Hubes selbsttätig aus.

Auf der Maschine können alle Sorten Tragfedern, ebenso Zug- und Druckfedern, die in Ösen eingehängt werden, geprüft werden. Die Einspannlänge der Druckfedern kann im unbelasteten Zustande bis 1500 mm betragen.

Eine andere, zu Schlagversuchen bestimmte Maschine ist in Abb. 3 dargestellt. Sie besteht aus einem gußeisernen Rahmen, in welchem Belastungsgewichte untergebracht sind, dem Biegetisch, und einer Hebevorrichtung für die Belastungsgewichte, die mittels Hebel- und Kurvenscheibe durch einen Elektromotor und ein Rädervorgelege betätigt wird. Die Hebevorrichtung selbst ist durch einen geeigneten Apparat verstellbar in den Grenzen von 0 bis 200 mm, wodurch die Fallhöhe der Belastungsgewichte reguliert wird. Die Maschine ist ausgestattet mit zwei Rollwagen zum Prüfen von Tragfedern, mit einer Vorrichtung zum Prüfen von halben Federn und ferner mit einem Schreibapparat, welcher die Durchbiegung während der Schwingung selbsttätig aufzeichnet.

Die Arbeitsweise ist folgende: Die Belastungsgewichte werden mittels der Kurvenscheibe in die höchste Stellung gebracht; hierauf wird die Feder in den auf dem Biegetisch befindlichen Rollwagen eingesetzt und alsdann der Motor angelassen. Die Kurvenscheibe bewirkt dann, daß die Belastungsgewichte zehnmal in der Minute einen Schlag auf die Feder ausüben und daß zwischen je zwei Hüben die Feder unter Last ausschlagen lassen. Die Belastungsgewichte sind auswechselbar. Ein Druckstück gestattet eine Einstellung entsprechend der jeweiligen Pfeilhöhe der Feder.

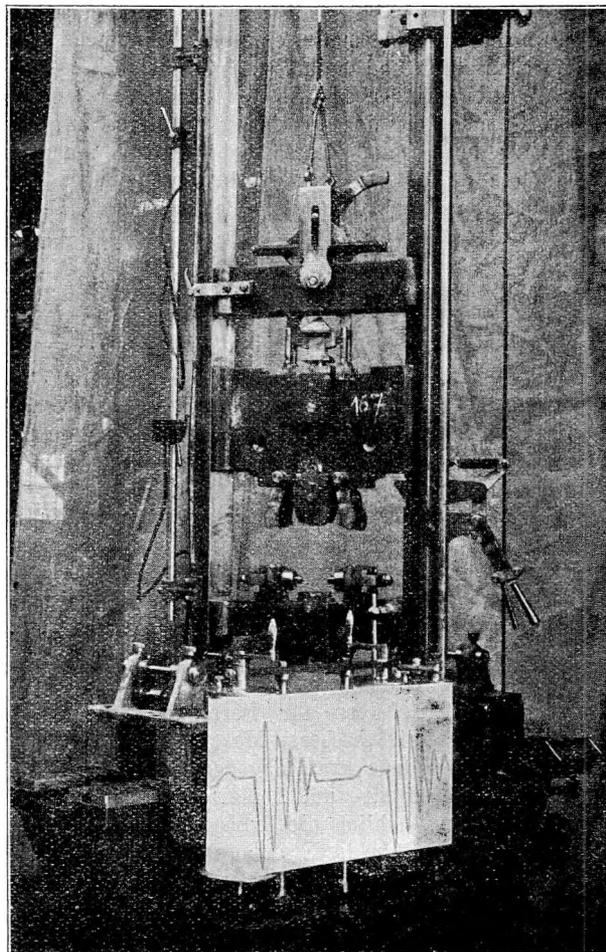


Abb. 3.

Außer diesen beiden Prüfmaschinen gibt es noch Dauerfallwerke, bei denen der Bär nach dem Schlag mit der Feder verbunden bleibt und mit ihr gemeinsame Schwingungen ausführt. Im Augenblick des Auftreffens des Bären auf ein mit dem Federbund fest verbundenes Querstück kuppelt er sich mit diesem und schwingt solange mit der Feder, bis die Zange der Hochhebevorrichtung ihre untere Endstellung erreicht, den Bär faßt und nach Lösung seiner Verkopplung und Betätigung eines elektrischen Kontakts hochhebt. In der oberen Endstellung wird der Bär zu neuem Schlag ausgelöst. Die Zeitdauer des Spiels kann so eingestellt werden, daß die Schwingungen jeweils ausklingen können. Dieser Vorgang wiederholt sich selbsttätig. Die von der Maschine aufgezeichneten Diagramme lassen erkennen, ob die Elastizität der Feder unter der Beanspruchung nachgelassen hat. Da solche Prüfungen im allgemeinen nur bei Automobilfedern ausgeführt werden, wird von einer näheren Beschreibung der Maschine abgesehen.

Einige Beispiele für Fließarbeit in einem Lokomotivausbesserungswerk.

Von Reichsbahnrat Ebert, Nürnberg.

Für die Entwicklung des technischen Lebens der Industrie war in den letzten Jahren die wissenschaftliche Durchdringung der Betriebe in den verschiedensten Beziehungen richtunggebend. Eines der Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Durchdringung ist die Arbeitsgestaltung als Fließarbeit. Die Eisenbahnausbesserungswerke standen in ihrer Entwicklung unter dem gleichen Einfluß und nun handelt es sich auch für sie darum, das Schlagwort von der Fließarbeit zu verwirklichen. Die Tendenz, fließend zu arbeiten, herrscht in den meisten Werken schon seit Beginn der wissenschaftlichen Betriebsführung, aber erst allmählich haben sich die verschiedenen Begriffe und die Gesetze der Fließarbeit herausgebildet und sind nun eindeutig und klar im Buch *) »Fließarbeit« des AWF dargelegt. Es ist jetzt möglich, die zahlreichen Arbeitsabläufe in einem Werk auf ihren Fließarbeitscharakter hin strenger zu prüfen als vorher, da die Auffassung von dem Begriff der Fließarbeit und deren Teilbegriffen doch eine sehr verschiedene war. Jetzt zeigt sich, daß für eine Reihe von Vorgängen in einem Eisenbahnausbesserungswerk reine Fließarbeit nicht zu erzielen sein wird, denn »wo Erzeugnisse aus verschiedenen Bestandteilen zusammengebaut werden müssen, vermag sich die Mechanisierung nicht restlos durchzusetzen. Die überlegend, zweckbewußt handelnde menschliche Mitarbeit bleibt hier unentbehrlich, doch ist der Mensch ein Glied einer zur Arbeitsleistung organisierten Kette«. Wo es aber möglich ist, das Werkstück, die gesamte Fertigung, in einem Flusse durchlaufen zu lassen, ist die Einrichtung der Fließarbeit geboten. Es ist dabei gleichgültig, ob dieser Fluß sich aus einzelnen Schritten von der Dauer der Operationszeiten oder aus ununterbrochener Bewegung, beispielsweise auf einem Förderband, ergibt, nur dürfen keine Wartezeiten entstehen. Die Erklärung des Begriffes Fließarbeit lautet daher: Fließarbeit ist eine örtlich fortschreitende, zeitlich bestimmte, lückenlose Folge von Arbeitsgängen.

Für die Untersuchung, welche Arbeiten in einem Eisenbahnausbesserungswerk sich für Ausführung in Fließarbeit eignen, ist die meist übliche Scheidung der Arbeiten nach der örtlichen Erledigung in Richthallenarbeiten und Arbeiten in den Fertigungsbetrieben nicht zweckmäßig, weil es sich bei der Einführung von Fließarbeit vielfach um die Kopplung bisher getrennt ausgeführter Arbeitsgänge handelt und hergebrachte Arbeitsteilungen verlassen werden müssen. Besser ist es, alle vorkommenden Arbeitsabläufe auf ihren Reihencharakter zu untersuchen, d. h. die Wege der Bearbeitung zu verfolgen und zu beobachten, inwieweit der Arbeitsablauf für ein einfaches Teil, ein zusammengesetztes Werkstück oder ein zusammengesetztes Hauptteil eine Summe von Arbeitsstellen bildet, die zu Fließarbeitsreihen zusammengefaßt werden könnten. Es wäre eine äußerst umfangreiche Arbeit für ein Eisenbahnausbesserungswerk, einen Grundplan der Fließarbeit aufzustellen, eine Arbeit, die sich zunächst nur als ein Versuch zur Lösung der Aufgabe darstellen könnte. Es sei daher an einigen einfachen Beispielen aus einem Lokomotivausbesserungswerk gezeigt, inwieweit Einführung von Fließarbeit möglich ist und welche Überlegungen dabei anzustellen sind. Gewählt sind:

Die Stehbolzenmacherei als einfaches Beispiel einer Teile-Fertigungsreihe mit wenigen Arbeitsstellen und einfachem Fördermittel,

die Heizrohrwerkstätte als Beispiel für eine längere Teile-Fertigungsreihe mit planmäßig ausgebildetem Fördermittel,

die Stangenwerkstätte als Beispiel für eine Baureihe mit Nebenreihe.

Diese Beispiele mögen dazu dienen, die Begriffe der Fließarbeit an ihnen zu erläutern.

Die Stehbolzenherstellung in Fließarbeitsreihe.

Die Herstellung der Stehbolzen im selbsttätigen Arbeitsgang, d. h. im Arbeitsgang an einer selbsttätigen Maschine, ist gegenwärtig nicht mehr möglich, weil die vorhandenen Maschinen die jetzt verlangten hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Stehbolzen nicht zu erfüllen vermögen. Die Herstellung wird daher in Arbeitsstufen und Arbeitsgänge aufgelöst, die im einzelnen die geforderte Herstellungstoleranz erzielen lassen. Diese Arbeitsstufen sind:

1. Abschneiden der Bolzen auf Länge von der Stange,
2. Durchbohren der Bolzen (entfällt bei hohlgewalztem Kupfer),
3. Einschlagen eines Drei- oder Vierkantens,
4. Ausdrehen des Schaftes,
5. Überdrehen des Gewindeteiles, } kann auf zwei
6. Vorstrahlen des Gewindes, } oder einer Maschine
7. Fertigstrahlen des Gewindes, } ausgeführt werden.
8. Kennzeichnung und Prüfung der Bolzen.

Nachdem zunächst durch Arbeitsstudien die zweckmäßige Auswahl und Ausstattung der Maschinen, z. B. die Ausstattung mit Fuß- und Handbremsen zum sofortigen Anhalten der Maschinen, mit drehbaren Körnerspitzen zum reibungsfreien Lauf der Bolzen, die Aufeinanderfolge der Maschinen und das verbindende Fördermittel gefunden war, wurde durch Zeitstudien die Dauer der Einzelvorgänge festgelegt. Danach liefs sich ein Zeitplan aufstellen; das ist ein graphischer Übersichtsplan der Fertigungszeit und aus diesem Zeitplan wiederum liefsen sich die Arbeitsgänge in gleichlang dauernde zusammenfassen, um gleichmäßigen Fließtakt zu erhalten. Übersicht I gibt in einer schematischen Darstellung der Fließarbeitsreihe die Aufstellung der Maschinen, die darauf vorzunehmenden Arbeiten und das Fördermittel wieder, das aus einem in Drehbankbetthöhe liegenden Kleingleis mit Kleinwagen für etwa 30 Bolzen und einem darüber liegenden Kleingleis für die leer zurücklaufenden Wagen besteht. Ferner läfst die Darstellung erkennen, daß alle Arbeitsstellen im gleichen Arbeitstakt arbeiten. Der Arbeitstakt, d. h. die Zeit zwischen der Fertigstellung eines Gegenstandes und des nächsten auf ein und derselben Reihe beträgt im vorliegenden Fall eine Minute. Es wird also in jeder Minute ein Stehbolzen fertig. Die Bearbeitungszeit, das ist die Summe der für einen Gegenstand aufgewendeten Arbeitsminuten, beläuft sich auf sechs Minuten. In dieser Zeit drückt sich auch der Erfolg der Umstellung auf Fließarbeit aus: früher wurden für einen Stehbolzen mittlerer Größe zehn Minuten, bei Verwendung von selbsttätigen Maschinen acht Minuten Gedingezeit gegeben, ohne daß dabei enge Herstellungstoleranzen eingehalten werden konnten, während jetzt auf dem Genauibolzen sechs Minuten Arbeitszeit liegen. Fließarbeit gestattet an sich keine Arbeit im Gedinge, denn der einzelne Arbeiter vermag an seiner Arbeitsstelle allein das Zeitmaß der Fertigung nicht zu beschleunigen und für sich einen höheren Verdienst herauszuarbeiten. Trotzdem wird im vorliegenden Fall im Gedinge gearbeitet; es muß eben die ganze Gruppe gleichzeitig die Arbeit beschleunigen, wenn sie über den normalen Verdienstsatz hinauskommen will. Größere Verdienststeigerungen sind aber nicht möglich. Um das Fördermittel einfach gestalten zu können, wurde davon abgesehen, jeden Bolzen einzeln von Arbeitsstelle zu Arbeitsstelle wandern zu lassen. Die Platzmenge, d. h. die Menge, die am Beginn einer Teile-Fertigungsreihe oder an beliebigen Arbeitsstellen einer Reihe in geschlossenen Stückzahlen angeliefert wird, beträgt hier eine Förderwagenladung zu 30 Stück; sie ist also so klein, daß von einer Stapelung der Werkstücke an der

*) Die Begriffe über Fließarbeit sind im folgenden ausnahmslos dem Buch »Fließarbeit« des Ausschusses des V. D. I. für wirtschaftliche Fertigung (AWF) entnommen.

Übersicht 1.
Fliefsarbeitsreihe: Stehbolzenherstellung.
Arbeitstakt 1 Min.

0	Förderwagen	Feld	1 →	2 →	3 →	4 →	5 →	6 →	7 →
1	Maschine		Abstechbank mit selbsttätigem Materialvorschub	Presse	Drehbank	Drehbank	Stehbolzen-gewinde-drehbank	Stehbolzen-gewinde-drehbank	Prüftisch
2	Arbeitsgang		Abstechen	Vierkant einpressen	Schaft ausdrehen und Gewindeteil vordrehen	Gewindeteil fertig drehen	Gewinde vorstrahlen	Gewinde fertig strahlen	Bolzen prüfen
3	Menge je Arbeitsgang		1	1	1	1	1	1	1
4	Arbeitsstück		hohlgewalzte Kupferstangen	abgeschnittene Längen	abgeschnittene Längen	vorgedrehte Bolzen	vorgedrehte Bolzen	vorgestrahlte Bolzen	Stehbolzen
5	Vorrat		Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück	Wagenladung 1 bis 30 Stück
6	Zuführung		vom Lager	vom Feld 1	vom Feld 2	vom Feld 3	vom Feld 4	vom Feld 5	vom Feld 6
7	Werkzeug		Abstechstahl	Einpreßdorn	Drehstahl	Drehstahl	Strahler	Strahler	
8	Prüfmittel					Rachenlehre		Rachenlehre Kernlehre Flankenlehre	Prüflehren für Aufsens-Kern-Flankendurchmesser Steigung
9	Arbeitsstelle Nr.		1	2	3	4	5	6	7
10	Arbeiter Nr.		1	2	3	4	5	6	7
11	Zeit ab Null in Min. je Wagen		30	60	90	120	150	180	
12	Zeit je Einheit und Arbeitsgang in Min.		1	1	1	1	1	1	
13	Bemerkung								← Förderwagen leer zurück zu Feld 1

Bearbeitungsmaschine nicht gesprochen werden kann. Die Stapelung der Werkstücke an den Maschinen ist ein Hauptfeind der Fliefsarbeit.

Der Arbeitsablauf stellt also eine einfache Teile-Fertigungsreihe dar, das ist eine Reihe, in der Einzelteile in Fliefsarbeit bearbeitet werden. Die Arbeitsgänge sind Steharbeitsgänge, d. h. die Arbeitsgänge werden im Gegensatz zum Geharbeitsgang am festen Ort ausgeführt. Das Werkstück schreitet örtlich fort, die Arbeitsgänge folgen lückenlos zeitlich bestimmt aufeinander.

Die Heizrohrherstellung in Fliefsarbeit

Die Arbeitsgänge in der Rohrschmiede sind folgende: Reinigen der Rohre in der Rohrtrommel, Abschneiden der Rohrenden, Anschleifen der Einspannstellen zum elektrischen Schweißen, elektrisches Anschweißen von Rohrstutzen, Entfernen des inneren Grades durch Ausstoßen*), des äußeren Grades durch Abschleifen, durch Verengen der einen Rohrseite**), Abschneiden des Rohres auf Länge, Aufweiten der anderen Rohrseite, Prüfen des Rohres mit Wasserdruck. Der

*) Neuerdings ist durch eine vom Eisenbahnausbesserungswerk Eberswalde gebaute Vorrichtung das selbsttätige Innenentgraten ermöglicht.

**) Kann entfallen, wenn bereits verengte Rohrstutzen angeschweißt werden.

Ablauf dieser Arbeitsgänge zeigte seit langem schon Ähnlichkeit mit fließender Fertigung. Die Arbeitsgänge schritten örtlich fort, waren zeitlich bestimmt, aber in den wenigsten Fällen schlossen sich die Arbeitsgänge lückenlos aneinander, weil die Dauer der Einzeloperationen einander ungleich und weil das Fördermittel nicht entsprechend ausgestaltet war. Es stapelten sich daher an einzelnen Arbeitsstellen größere oder kleinere Mengen von Rohren an. Der Arbeitsablauf am einzelnen Rohr gesehen war also kein stetiger, sondern ein ruckweiser. Um den Arbeitsablauf zur Teile-Fertigungsreihe umzugestalten, mußte ein Arbeitstakt herausgebracht werden, d. h. alle Arbeitsstellen müssen ihre Arbeitsaufgaben in der gleichen Zeit, der Einheitszeit, erledigen. Die Hauptaufgabe bestand also im vorliegenden Fall darin, die Arbeitsmittel so zu verbessern, daß die Einzelarbeitszeiten gleich der des besten vorhandenen Arbeitsmittels wurden und daß das Fördermittel den Durchgang der Rohre in unbehindertem Lauf und ohne Aufwendung von besonderer Förderarbeit ermöglichte. Arbeitsstudien und Zeitaufnahmen gaben auch hier die Grundlagen für die Ausgestaltung der Arbeits- und Fördermittel.

Die Verbesserung der Arbeitsmaschinen besteht nun im folgenden:

Die Rohrabschneidemaschine ist zusammengelegt mit der Vorrichtung zum Anschleifen der Einspannstellen zum elek-

trischen Schweißen; während das Rohr abgeschnitten wird, wird gleichzeitig die Einspannstelle blank geschliffen. Das Verengen der Rohre nahm die längste Zeit in Anspruch. Durch kleine Verbesserung der Walzmaschine, durch Vorschalten eines rasch laufenden Hammers, der die stark einzugenden Rohre in ein passendes Gesenk schlägt und vor allem durch Herabsetzung der Anwärmszeit für das Rohrende gelang es, auch diese Arbeitsstelle auf den Fließtakt zu bringen. Die Koksöfen zum Anhitzen der Rohrenden wurden ersetzt durch Gasöfen von geringstem Raumbedarf und selbsttätiger Gasabspernung. In dem Augenblick, wo das Rohr in den Ofen eingeführt wird, öffnet sich, betätigt durch das Eigengewicht des Rohres, die Gaszuführung und in dem Augenblick, wo das Rohr herausgezogen wird, wird selbsttätig die Gaszufuhr abgeschaltet. Einige glimmende Kohlenstückchen im Ofenraum dienen als Zündmittel. Nebenher sei bemerkt, daß im vorliegenden Fall eine Wirtschaftsrechnung auf Grund gemessenen Koks- und Gasverbrauchs billigere Betriebskosten für den Gasofen als für den Koksöfen ergab.

Die Verbesserung im Fördermittel besteht darin, daß die gereinigten und sortierten Rohre von einem Spezialwagen aus durch einfache Hebelbetätigung, also ohne daß das Rohr gehoben wird, der Abschneid-Anschleifmaschine zurollen, daß sie nach dem Abschneiden und Anschleifen durch Betätigen eines Fußtrittes ohne jede Anstrengung des Arbeiters hochgehoben werden, um das Gefälle für den weiteren selbsttätigen Ablauf auf einem Bockgestell zu gewinnen. Ohne weiteren Aufwand von Hebearbeit laufen die Rohre auf Rollen und geeignet gestalteten Gestellen an den einzelnen Arbeitsmaschinen vorbei bis in die Rohrpresse hinein und aus dieser in den Rohrförderwagen.

Aus Abb. 1 geht hervor, wie die Arbeitsgänge zu Arbeitsstellen zusammengefaßt sind, um gleichmäßigen Fließtakt zu erhalten und wie sie räumlich angeordnet sind. Die Kriterien der Fließarbeit: örtliches Fortschreiten, zeitliche Bestimmtheit und lückenlose Folge der Arbeitsgänge sind erfüllt. Der Arbeitstakt beträgt zwei Minuten, die Durchgangszeit zehn Minuten, die Bearbeitungszeit (Gedingezeit) zwölf Minuten. Vor Einführung der Fließarbeit betrug die Gedingezeit 15 Minuten. Um den Arbeitern den Vorteil des Gedingeverdienstes zu verschaffen, wird auch hier im Gedinge gearbeitet, obwohl streng genommen die Fließarbeit kein Gedinge zuläßt. Der Arbeitstakt wird umso kleiner werden je höhere Überverdienste die Arbeitergruppe erzielen will.

Die Stangenwerkstätte.

Die Instandsetzung der Treib- und Kuppelstangen vollzog oder vollzieht sich in den meisten Werken etwa folgendermaßen:

Die Stangen werden nach dem Ausbau und nach Reinigung der Stangenmacherei zugeführt; hier werden die Schmierdeckel abgebaut, das Öl aus den Schmiergefäßen abgelassen, die Stangen erstmalig untersucht, die ausgeschlagenen Stangenköpfe von Hand oder mittels Schleifmaschinen nachgearbeitet, Büchsen ausgepreßt, neue eingepreßt, Schmierdeckel aufgesetzt, vorgearbeitete Lager- und Stelleile angezeichnet, fertig bearbeitet

und in die Stangen eingepaßt, sodann werden die Lager angerissen zum Drehen, gedreht, ausgegossen (ausgedreht für den Fall des angenäherten Genauigkeitsens), auf die Zapfen der Radsätze aufgepaßt und schließlich wieder in die Stangen eingebaut. Diese Arbeitsgänge vollziehen sich je nach der örtlichen Einrichtung des Werkes an den verschiedensten Arbeitsstellen: das Ausschleifen der Stangenköpfe in der Stangenwerkstätte oder in einer Zubringerwerkstätte bei der Schleifmaschinengruppe, das Vorarbeiten der Lager und Stelleile in einer Zubringerwerkstätte bei der Fräs- und Hobelmaschinengruppe, das Fertigbearbeiten auf Fräs- oder Hobelmaschinen in der Stangenwerkstätte, das Drehen der Stangenlager in der Dreherei bei einer Drehbankgruppe oder in der Stangenwerkstätte, das Ausgießen in der Lagergießerei, das Aufpassen der Stangenlager bei irgend einer Sondergruppe in der Richthalle. Zahlreiche teilweise sich kreuzende Förderungen entstehen, die einzelnen Arbeitsstellen erledigen auch noch andere Arbeiten, sind also nicht scharf aufeinander eingestellt, der Durchfluß der Teile geht mühsam vor sich und es bedarf häufigen Eingreifens, um fristgerechte Fertigung zu erzielen.

Die Umstellung auf Fließarbeit ergibt folgende Lösung:

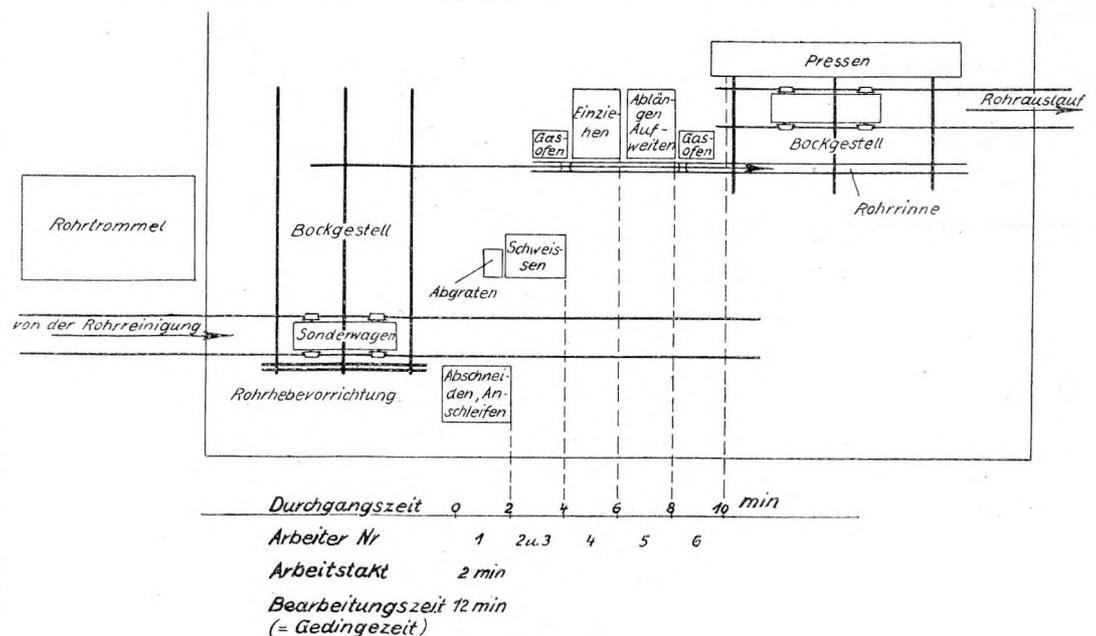


Abb. 1.

Die Arbeitsstellen werden im Sinne des günstigsten Arbeitsablaufes hintereinander angeordnet. Die Hintereinanderreihung der Arbeitsstellen, die an den Stangen selbst Verrichtungen vorzunehmen haben, ergibt die Hauptreihe, das ist die eigentliche Fließarbeitsreihe und die Hintereinanderschaltung der Arbeitsstellen, die mit den Lagern beschäftigt sind, ergibt die Nebenreihe, das ist eine Reihe zur Ausführung einzelner Arbeitsvorgänge an einzelnen Arbeitsstücken, die in der Hauptreihe nicht bewältigt werden können. Es erhalten die Arbeitsstellen die für ihre Arbeiterledigung notwendigen Betriebsmittel unmittelbar beigestellt. Die Arbeitsgänge werden so zu Arbeitsstellen zusammengefaßt, daß an jeder Arbeitsstelle die gleiche Arbeitszeit benötigt wird: der Arbeitstakt ist damit gewonnen. Wie aus der schematischen Darstellung der Fließarbeitsreihe Übersicht 2 und der die räumliche Verwirklichung darstellenden Abb. 2 hervorgeht, gestaltet sich der Arbeitsablauf folgend:

Der Stangensatz wird nach dem Abbau und der Reinigung auf einen Sonderwagen gebracht, der die Rolle eines Wanderarbeitsplatzes spielt. Auf der Arbeitsstelle 1 werden die Schmierdeckel abgebaut, die Stangen gestürzt, so daß das Öl der Schmiergefäße in beiderseits am Wagen hängende Blech-

behälter abfließt. Die Stangen werden erstmalig untersucht, verbrauchte Büchsen ausgepresst. Der Zeitbedarf der Arbeitsstelle ist gleich der halben Einheitszeit. Auf dem Sonderwagen rollt der Stangensatz nun der Arbeitsstelle 2 zu. Hier werden die Stangenköpfe nach Flachlehren mit Gut- und Ausschufsseite, die für Abnutzungsstufen von 0,5 mm zu 0,5 mm steigend bis zu einer Größtabnutzung von 4 mm vorhanden sind, ausgeschliffen. Das Ausschleifen der Stangenköpfe auf bestimmte Abnutzungsstufen erfolgt deshalb, weil die Stangenlager in den gleichen Stufen auf Vorrat hergestellt bzw. nachgearbeitet werden. Der Zeitbedarf der Arbeitsstelle ist gleich der Einheitszeit. Der Wandertisch rollt nun der Arbeitsstelle 3 zu. Hier werden die Lager, die nach Grenzrachenlehren bearbeitet wurden und infolgedessen nur geringfügiger Einpaßarbeit bedürfen, eingebaut und die Gelenkbolzen eingepaßt. Der Zeitbedarf der Arbeitsstelle ist gleich der Einheitszeit. Der Wagen mit dem Stangensatz wird nun der Arbeitsstelle 4 zugestellt, wo die auf der Arbeitsstelle 1 abgebauten und dort instand gesetzten Schmierdeckel und Stellkeile mit Schrauben eingebaut und Büchsen eingepresst werden. Der Zeitbedarf dieser Arbeitsstelle ist gleich der halben Einheitszeit. Arbeitsstelle 1 und 4 werden von einem Arbeiter bedient. Die nächste Arbeitsstelle ist der Stangenmefstisch, also Arbeitsstelle 5. Hier verlassen die Stangen den Wandertisch, der leer wegrollt und werden auf dem Stangentisch zusammgebaut. Der Stangenmefstisch selbst stellt mit

seinem Zubehör eine sehr brauchbare Einrichtung vor, die die Arbeit des Anreißens der Lager und späterhin des Nachmessens der ausgegossenen Lager und der Prüfung der Stangen sehr erleichtert gegenüber der früher üblichen Arbeit auf Holzböcken mit Stangenzirkel und Bleimitte. Die einzelnen Flanschen des 8 m langen Mefstisches werden mit Hilfe von Endmaßen auf die Stangenlängen eingestellt. Die Stangen werden mit ihren Lageröffnungen über die Konusbohrung der Flanschen auf Unterstüßböcke gelegt, in die Konusbohrung der Flansche werden längere Mefsdorne gesteckt, welche die Anreiß- und Tastgeräte tragen. Die Stangenlager werden hier angezeichnet, ausgebaut und zur Arbeitsstelle I der Nebenreihe zum Drehen gebracht. Der Stangensatz selbst bleibt zusammengesteckt und wird hinter dem Mefstisch auf Böcken abgestellt. Hier ist Gelegenheit, den Stangensatz mit elektrischer Handschleifmaschine oder Pendelschleifmaschine abzuschmirgeln. Die Lager wandern nach dem Ausdrehen, das wiederum innerhalb der Einheitszeit erfolgt, zur unmittelbar nebenan befindlichen Arbeitsstelle II der Lagerausgießerei. Nach dem Genauigleisen werden die Lager zur unmittelbar anstossenden Arbeitsstelle III gebracht, wo sie auf die Zapfen der inzwischen herangerollten Radsätze aufgepaßt werden. Nach dem Aufpassen werden die Lager in die nebenanliegenden Stangensätze nebst Stellkeilen und Schrauben wieder eingebaut. Die Nebenreihe mündet jetzt in die Hauptreihe ein. Die Arbeitsstelle 6, das ist der Stangenmefstisch

Übersicht 2.

Fließarbeitsreihe: Stangeninstandsetzung.

Arbeitstakt: 480 Min. für Lok. P 8.

		Hauptreihe				Nebenreihe Feld I, II, III	
0	Feld	1	2	3	4	5 Stangen ablegen	6
	Fördertisch	→	↘ ↗	→	→	↘ ↗	↘ ↗
1	Maschine		Stangenkopfschleifmaschine			Stangenmefstisch	Stangenmefstisch
2	Arbeitsgang	Schmierdeckel abnehmen, Stellkeile mit Schrauben instand setzen, Büchsen auspressen, Stange untersuchen	Stangenköpfe ausschleifen	Lager einbauen, Gelenkbolzen einpassen	Schmierdeckel anbauen, Büchsen einpressen, Stellkeileinbau	Stangen zusammenbauen, Lager anreißern zum Drehen	Lager und Stangenlängen nachmessen
3	Menge je Arbeitsgang		1 Satz	1 Satz	1 Satz	1 Satz	
4	Arbeitsstück			Lager	Schmierdeckel Stellkeile		Lager
5	Vorrat						
6	Zuführung	vom Lokabbau	vom Feld 1	Kleinwagen vom Vorratslager	Kasten vom Feld 1		vom Feld III
7	Werkzeug					Anreißvorrichtung	
8	Prüfmittel		Flachlehren			Endmaße Wasserwaage	Zeismefsuhr Stangenzirkel
9	Arbeitsstelle Nr.	1	2	3	4	5	6
10	Arbeiter Nr.	1	2	3	1	4 u. 5	4 u. 5
11	Zeit ab Null in Min.	240	720	1200	1440	1680	1920
12	Zeit je Einheit und Arbeitsgang in Min.	240	480	480	240	240	240
13	Bemerkung			Wandertisch leer zurück ←			

zum Nachmessen der ausgegossenen Lager und zum Nachprüfen der Stangenlänge, stellt also den Kopplungspunkt der Haupt- und Nebenreihe dar. Im vorliegenden Fall ist die Arbeitsstelle 6 mit Arbeitsstelle 5 vereinigt, um die Beschaffung eines 2. Stangenmestisches zu ersparen. Der Zeitbedarf auf Arbeitsstelle 5 und 6 ist je gleich der halben Einheitszeit. Der Stangensatz bleibt nach dem Nachmessen auf Arbeitsstelle 6 zusammengebaut und wird mit einer besonderen Tragvorrichtung als Ganzes der Lokomotive zugeführt, für die er bestimmt ist. Ohne irgendwelches Nacharbeiten oder Nachmessen wird er als Ganzes der Lokomotive angebaut.

Die Durchgangszeit z. B. für einen Stangensatz der Lokomotive P 8 beträgt 1920 Minuten, das sind nicht ganz vier Arbeitstage. Vor dieser Zeit wird der Stangensatz selbst bei kurzen Aufbaufristen für Lokomotiven keinesfalls benötigt. Die Leistung der Reihe ist bei einem Arbeitstakt von 480 Minuten rund täglich ein Stangensatz, entsprechend einem Auslauf von arbeitstäglich einer Lokomotive. Die Fließarbeitsreihe ist hier insofern eine Wechselreihe, das ist eine Reihe, in der verschiedene Gegenstände abwechselnd gefertigt werden, als die Stangensätze verschiedener Lokomotivbauarten zur Instandsetzung durchlaufen. Der Arbeitstakt ist für jede Stangenbauart ein verschiedener. Die Zeitaufnahmen der auf den einzelnen Arbeitsstellen benötigten Arbeitszeit nach Einrichtung der Haupt- und Nebenreihe ergaben Abweichungen von der Einheitszeit in der Höhe von 2 bis 7%. Diese Abweichungen liegen innerhalb der zulässigen Toleranz, als welche wohl der Zeitzuschlag für persönliche und sächliche Verlustzeiten betrachtet werden kann. Der Erfolg der Umstellung auf Fließarbeit zeigt sich darin, daß jetzt neun Arbeiter den in der Haupt- und Nebenreihe liegenden Arbeitsumfang bewältigen, während vorher hierzu 16 Mann nötig waren.

Schlussbetrachtung. Die Beispiele zeigen, daß für die Einrichtung von Fließarbeit folgender Weg einzuschlagen ist:

a) Die Arbeitsabläufe sind daraufhin zu untersuchen, ob die zur Arbeitserledigung nötigen Arbeitsstellen zu Reihen zusammengeschlossen werden können. Gelingt eine solche Anordnung in Reihe, so ist damit die Voraussetzung für das erste Kriterium der Fließarbeit geschaffen: örtliches Fortschreiten der Arbeitsfolgen.

b) Durch Arbeitsstudien und Zeitaufnahmen sind die Grundlagen zu gewinnen für die Unterteilung der Reihe in Arbeitsstellen, deren jede ihre Aufgabe in bestimmter Zeit erledigen muß. Durch Verbesserung der Arbeitsmittel der die meiste Zeit beanspruchenden Arbeitsstelle, durch mehrfache Besetzung einer solchen Arbeitsstelle und durch geeignete Zusammenfassung von Arbeitsgängen zu einer Arbeitsstelle muß erreicht

werden, daß die zeitliche Bestimmtheit zur Gleichheit der Dauer der Arbeitsgänge in den einzelnen Arbeitsstellen wird, nämlich zur Einheitszeit. Damit wird in Verbindung mit der räumlichen unmittelbaren Aufeinanderfolge der Arbeitsstellen die Voraussetzung für das zweite und dritte Kriterium der Fließarbeit geschaffen: die zeitliche Bestimmtheit und lückenlose Folge der Arbeitsgänge. Fließarbeitspläne, wie z. B. Übersichten 1 und 2, dienen der Beschreibung der Fließarbeitsreihe. Das Fördermittel ist zweckentsprechend auszubilden, es kann auch innerhalb der Reihe wechseln und braucht durchaus nicht immer ein laufendes Band darzustellen. Die Zusammenordnung der Reihe bringt oft bis jetzt ungewöhnliche Folgen von Arbeitsmitteln. Die Auflösung der sogenannten Zubringer-

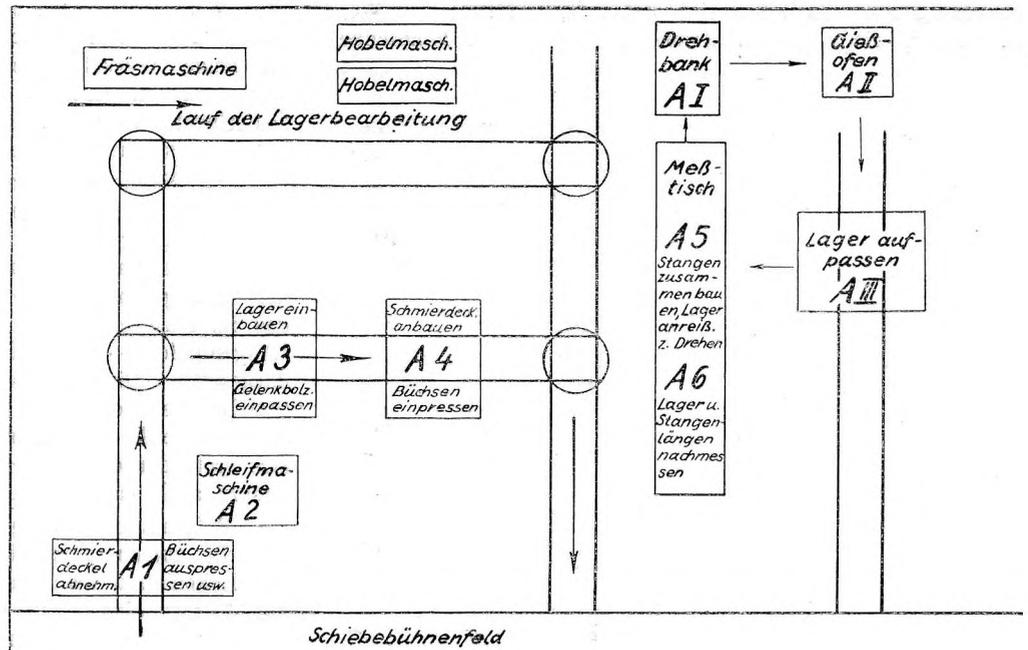


Abb. 2.

betriebe, wie Dreherei, Fräseerei, Hoblerei, Lagergießerei usw. schreitet damit weiter fort. Die Gesichtspunkte für Neueinrichtung von Werken erfahren bei Beachtung der Gesetze der Fließarbeit eine weitere Fortbildung. Die Umstellung auf Fließarbeit ergibt Zeitgewinn, Erhöhung der Ausbringung, Raumgewinn, verringerte Lagerbestände und Vereinfachung der Aufschreibungsarbeit für die Selbstkostenermittlung. Ein besonderer Vorteil der Reihenarbeit liegt darin, daß die Sicherheit für fristgemäße Fertigstellung der Teile steigt, weil keiner der an der Reihe stehenden Arbeiter mit seiner Verrichtung zurückbleiben will und kann. Bei der früheren zerstreuten Anordnung der Arbeitsstellen, die miteinander wenig Fühlung hatten, fehlte das psychologische Moment der unbedingten Zusammengehörigkeit zu einem geschlossenen Arbeitskreis. In dem Maße, als im Betriebe die Arbeitsvorgänge zu Reihen organisiert werden, strebt auch in den Eisenbahnausbesserungswerken die Fertigung der Vereinheitlichung zu als dem Endziel des Weges, der über Vereinheitlichung der Konstruktion (Typung) und Vereinheitlichung der Bauteile (Normung) zur Vereinheitlichung der Fertigung (Fließarbeit) führt.

Wirtschaftliche Ausnutzung der Hebekrane in Lokomotivausbesserungswerken.

Von Reichsbahnrat J. Franke, Schwerte (Ruhr).

Die Hebung und Beförderung der Schwerlasten mit Laufkränen hat für die Lokomotivausbesserungswerke eine immer größere Bedeutung gewonnen. Die neueren Ausbesserungswerke sind sämtlich mit solchen Kranen versehen und auch ältere Werke sind zum größten Teil bei Erweiterung oder beim Umbau mit Laufkränen ausgerüstet worden, so daß nach Ausschaltung der älteren, nicht mehr leistungsfähigen Werke mit Hebebock-ausrüstung fast nur noch Laufkrane Verwendung finden.

Die Krananlagen gehören aber mit zu den teuersten maschinellen Einrichtungen, so daß ihre wirtschaftlichste Ausnutzung ebenso oder noch mehr wie bei Werkzeugmaschinen notwendig ist. Es lohnt sich daher wohl Mittel und Wege zu suchen, die einzelnen Kranarbeitszeiten nach Möglichkeit

Arbeiten auf einem anderen Stand und e) das Wandern des Fahrzeugs, indem die Lokomotive zur Erledigung der gesonderten Ausbesserungsarbeiten den Arbeitsplätzen der Sonderarbeitsgruppen zugestellt wird. Die Vorteile der letzteren Arbeitsweise dürften als bekannt vorausgesetzt werden*).

In Abb. 1 sind unter a die nötigen Kranarbeiten an einer Lokomotive mit großer Ausbesserung ohne die erforderlichen Kesselhebarbeiten für eine Längswerkstätte und unter b die gleichen für eine Querwerkstätte bei Ausführung aller Arbeiten auf einem Stand bildlich dargestellt, wobei die fünfmalige Inanspruchnahme des Lokomotivkranes erforderlich ist. Wird der Abbau auf einem Sonderstand und die übrige Arbeit auf einem anderen Stand ausgeführt, so ergeben sich für beide Werkstattformen wiederum die gleichen Kranbeanspruchungen (Abb. 1 unter c und d). Bei der Sonderung des Abbaues ist also keine stärkere Belastung des Kranes wie bei der erstgenannten Arbeitsweise erforderlich.

Das Wandern der Lokomotive von Arbeitsstand zu Arbeitsstand ist, soweit es in den einzelnen Ausbesserungswerken schon Eingang gefunden hat, nicht überall gleich, sondern richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und dem Grade der durchgeführten Arbeitssonderung. In Abb. 1 ist unter e das im Ausbesserungswerk Schwerte — einer Werkstätte mit Längsständen — eingeführte Wanderverfahren der Lokomotiven dargestellt. Die Lokomotiven werden auf sieben verschiedenen Ständen behandelt und, da sie von Stand 5 ab auf eigenen Achsen durch eine Winde weiter befördert werden, so ergibt sich trotz der öfteren Beförderung von einem Arbeitsstand zum andern auch nur eine fünfmalige Kranbeanspruchung.

Will man in einer Querwerkstätte die gleiche Sonderung, wie die zuletzt geschilderte durchführen, (Abb. 1 f) so muß die Lokomotive auch von Stand 5 auf 6 und von Stand 6 auf 7 mit dem Kran versetzt werden, dagegen fällt die besondere Anhebung der Lokomotive zum Richtigstellen der Kuppelzapfen (Kranarbeit 5 unter e) hier fort, weil diese Arbeit beim Umsetzen auf Stand 6 oder 7 gleich mit erledigt werden kann. Es ergeben sich hier bei gleicher Arbeitsweise also sechs Kranarbeiten, vorausgesetzt, daß auch das Ausfahrgleis als Arbeitsstand noch mit herangezogen wird.

Außerdem müssen mit den Lokomotivkränen aber auch noch die Kesselhebarbeiten ausgeführt werden, die bei den unterschiedlichen Ausbesserungsarten verschieden sind. Bei einer Lokomotive mit Kesselwechsel sind z. B. folgende Arbeiten nötig: 1. Kessel aus dem Rahmen heben und zum Verbringen zur Kesselschmiede auf den Kesselwagen setzen. 2. Ersatzkessel vom Kesselwagen heben, in den Rahmen legen, Anpassen und Anzeichnen, Wiederausheben und absetzen. 3. Kessel in den Rahmen legen und auf dem Rahmen belassen. Die Arbeiten sind jedoch nicht bei allen Lokomotiven nötig; bei der allgemeinen Hauptausbesserung ohne Kesseluntersuchung kann der Kessel meist im Rahmen verbleiben, wenngleich auch hier Anheben des Kessels zur leichteren Ausbesserung an Stehbolzen und dergl. sowie Wiederablassen vereinzelt erforderlich ist, Dagegen sind aber oft auch Kesselhebarbeiten, verursacht durch schlechtes Passen des Ersatzkessels und dergl. notwendig, die nicht allgemein zahlenmäßig bestimmt werden können. Die Beobachtungen im E. A. W. Schwerte haben gezeigt, daß im Durchschnitt auf 100 Rahmenhebarbeiten 50 Kesselhebarbeiten entfallen, also bei jeder zu behandelten Lokomotive mit großer Ausbesserung einschließlich der notwendigen Kesselunter-

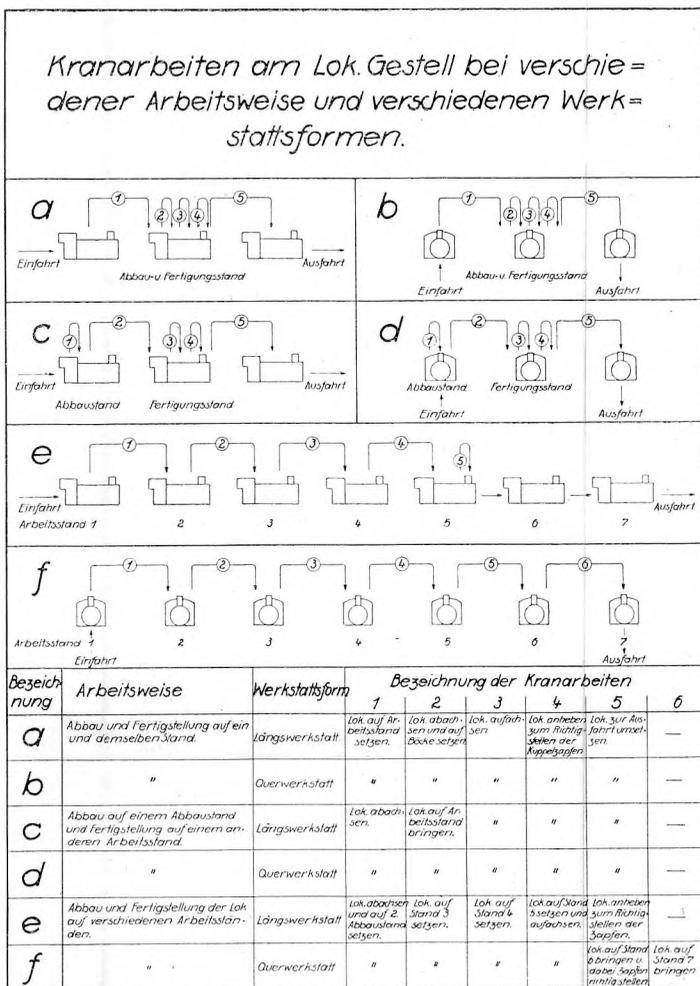


Abb. 1.

abzukürzen, nicht allein, um die Ausgaben für Arbeitslohn und Betriebskraft zu verringern, sondern vor allem auch, um mit der Krananlage eine größere Arbeitsmenge zu leisten und dadurch die Ausbesserungsstände besser ausnutzen können.

Zunächst soll untersucht werden, welche Kranarbeiten mit dem Lokomotivkran an einer Lokomotive nebst Kessel erforderlich sind. Da für die Folge wohl nur noch Werkstätten mit Längs- und Querständen ohne Innenschiebebühne gebaut werden, so sollen nur diese beiden Grundformen bei der folgenden Betrachtung Berücksichtigung finden.

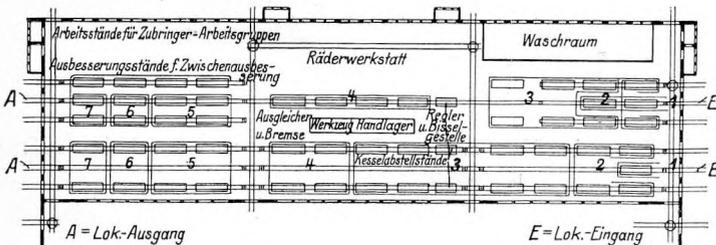
In der Behandlung der Lokomotiven bei der Instandsetzung unterscheidet man verschiedene Arbeitsweisen und zwar a) Abbau, Instandsetzung und Aufbau auf ein und denselben Lokomotivstand, b) Abbau auf einem Abbaustand und weitere

*) Dr. Ing. Neesen: „Lokomotivausbesserungswerke“ Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn Berlin 1926, Organ 1925, Heft 19 und 22. Stauffer und Mayrwieser Eisenbahnwerk 1926, Heft 17 u. a. m.

suchungen im Durchschnitt $5 + 2,5 = 7,5$ Kranarbeiten auszuführen sind.

Wie bekannt, nimmt bei den Kranarbeiten das Herausrollen der Achsen, das Hinstellen und Ausrichten der Untersetzwinden, das Heranrollen der einzubauenden Achsen, sowie das Ausrichten der Achsen nach den Rahmenausschnitten bei der Bearbeitung der Lokomotive auf ein und demselben Stand erheblich mehr Zeit in Anspruch, als die eigentliche Hebe- und Senkarbeit. Beim Wandern der Lokomotive läßt sich diese Zeit schon etwas verringern, indem die Untersetzböcke oder die Achsen für die heranzubringende Lokomotive doch schon so gestellt werden können, daß sie beim Ablassen des Fahrzeugs nur noch ausgerichtet zu werden brauchen. Während nach den von Stratthaus*) angeführten Versuchen in der Zusammenstellung 4 im Durchschnitt für jede Kranbenutzung für Lokomotivgestelle rund 60 Minuten und für Kessel rund 50 Minuten erforderlich sind, wurden in Schwerte nach Einführung des Wanderns der Lokomotiven durchschnittlich etwa 45 Minuten für Lokomotivgestell- und 45 Minuten für Kesselhebearbeit benötigt. Aber auch diese seither gebrauchten Zeiten wurden bei der Lokomotivgestellhebearbeit noch zum großen Teil zum Ausrichten von Untersetzböcken, Achsen und sonstigen Vorbereitungsarbeiten verwendet, die durch richtige Vorbereitung und Regelung bedeutend verkürzt werden konnten.

Nachstehend soll ein vom Verfasser im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte eingeführtes Verfahren geschildert werden, das die wirtschaftliche Verwendung der Krane in weitestgehender Weise ermöglicht und die Lohnkosten bei den Kranarbeiten erheblich vermindert hat.



- Arbeitsstände
- 1 Lokomotive von Achsen nehmen.
 - 2 Abbau der Lokomotive und bei Bedarf Ausbau des Kessels, Reinigung des Rahmens.
 - 3 Rahmen vermessen und wiederherstellen, Kohlenkasten instandsetzen, bei Bedarf Kessel zum Anzeichnen einlegen.
 - 4 Ausgleicher anbringen, Rauchkammerarbeiten, bei Bedarf Kessel ausbauen und Kesselausrüstung anbringen.
 - 5 Lokomotive aufachsen, Führerhaus Umlaufbleche, Wasserkästen, Bremsen, Ölleitungen anbringen, Rauchkammer fertig stellen.
 - 6 Brems-, Gas- usw. Leitungen, Pumpen, Vorwärmer, Kolben, Schieber und Bremsen fertig anbringen.
 - 7 Stangen und Steuerung anbringen, Luftbremseinrichtung prüfen, Lokomotive regulieren.

Abb. 2.

Das Eisenbahnausbesserungswerk in Schwerte hat zwei Lokomotivkranfelder von denen z. Zt. das eine nur zur Ausführung der inneren und äußeren Untersuchungen sowie allgemeinen Ausbesserungen, das andere zum Teil ebenfalls zu vorstehenden Arbeiten sowie zur Ausführung der Zwischenausbesserungen und Aufnahme von Sonderarbeitsgruppen verwendet wird (Abb. 2).

Jedes Kranfeld ist mit einem elektrisch gekuppelten Doppelkran von 2×50000 kg Tragfähigkeit, der von einem Mann bedient wird und zwei Leichtkrane von je 5000 kg ausgerüstet. Obschon die Lokomotivkrane auch getrennt und jeder Einzelkran von 50000 kg Tragkraft für sich benutzt

*) Organ 1925: Stratthaus. Die Wirtschaftlichkeit der Hebezeuge in Lokomotivrichthallen verschiedener Bauart, Seite 381.

werden kann, so bleiben sie aus Zweckmäßigkeitsgründen doch stets gekuppelt und werden nur gemeinsam verwendet. Zur Zeit werden vier verschiedene Lokomotivgattungen G 8², G 12, T 12 und T 16 bearbeitet. Um die aufzustellenden Untersetzwinden, sowie die einzubauenden Achsen schon vor der Heranbringung der Lokomotive richtig und ohne Nacharbeit aufstellen zu können, wurde bei jedem Lokomotivstand die Mitte des Standes durch eine auf dem Boden neben dem Gleise eingelassene Kennmarke festgelegt. Die Untersetzwinden werden nach einer zusammenlegbaren Maßlatte, die mit ihrer Mitte auf Mitte Stand neben das Gleis gelegt wird und die für die Aufstellpunkte der Untersätze mit Merkzeichen versehen ist, aufgestellt. Zur richtigen und für die Bearbeitung der Lokomotive günstigsten Aufstellhöhe werden die Untersetzwinden mittels einer Lehre (Abb. 3) eingestellt. Zur Einhaltung der genauen Abstände der Winden von Mitte Gleis entsprechend den Abständen der Lokomotivrahmen, die bei den verschiedenen Lokomotivgattungen nicht gleich sind, werden Lehren benutzt, deren Mitte durch einen Stift festgelegt ist, der in ein in die Mitte des Trägers gebohrtes Loch paßt. Die Winden werden mit ihrer durch Einkerbung gekennzeichneten Mitte genau nach der Lehre aufgestellt (Abb. 4). Die Maßlatte trägt die Merkzeichen für die Untersetzwinden aller vier zu bearbeitenden Lokomotivgattungen in verschiedener Farbe, so daß sie für alle Lokomotiven verwendbar ist. Nach der Aufstellung der Winden in der erläuterten Weise ist es möglich, ohne jede Nachverschiebung und Nachstellung die Lokomotive abzusetzen. Um aber die Lokomotive auch sogleich auf der richtigen Stelle absetzen zu können, ist für jede Lokomotivgattung, deren Längen ja verschieden sind, in den gleichen

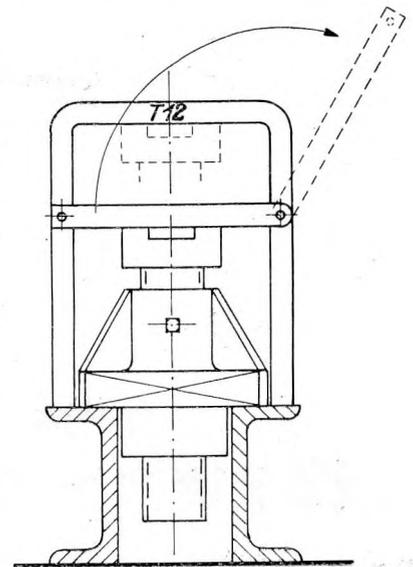


Abb. 3.

an der Kranfahrbahn angebracht. Der Kranführer hat beim Umsetzen der Lokomotive mit dem am Kran angebrachten Merkpfahl genau auf das jeweils geltende Merkzeichen zu fahren und die Lokomotive abzulassen. Zur genauen Einstellung der Krankatzen für einen der nebeneinander liegenden Stände dienen besondere Katzenmerkvorrichtungen, die bereits bei Beschaffung der Krane vorgesehen worden sind. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß der Kranträger des Krans, an dem sich der Merkpfahl befindet, immer richtig an der Lokomotive angesetzt wird, weil diese sonst nicht genau auf der richtigen Stelle abgelassen würde (Abb. 5 und 6). In Abb. 7 ist das Absetzen einer T 12 Lokomotive auf die Untersetzwinden dargestellt.

In ähnlicher Weise wird beim Aufachsenverfahren (Abb. 8). Die Achsen mit Achslagern werden ebenfalls nach einer Maßlatte, die die Merkzeichen in verschiedener Farbe trägt, aufgestellt. Da bei dieser Arbeitsweise die Radsätze, abgesehen von geringen Bewegungen der Achslagergehäuse zur Einführung in die Rahmenausschnitte, nicht mehr verfahren zu werden brauchen, werden sie beim Aufstellen mit dem Leichtkran so gefaßt, daß der gemeinsame Schwerpunkt der Gegengewichte in den beiden Rädern nach unten hängt, die Kuppelzapfen also

alle in gleicher Richtung stehen. Durch diese Arbeitsweise wird erreicht, daß die Kuppelstangen nach dem Aufachsen ohne nochmaliges Anheben der Lokomotive (Hubarbeit a 4 usw. Abb. 1) angehängt werden können. Durch das richtige Aufstellen der Achsen mit dem Schwerpunkt nach unten wird somit eine Kranarbeit erübrigt. Bei dieser Arbeitsweise sind also nur vier Kranarbeiten am Lokomotivgestell notwendig.

Damit beim Ansetzen der Kranträger an die zu hebende Lokomotive nicht erst die nötigen Unterlagklötze gesucht und

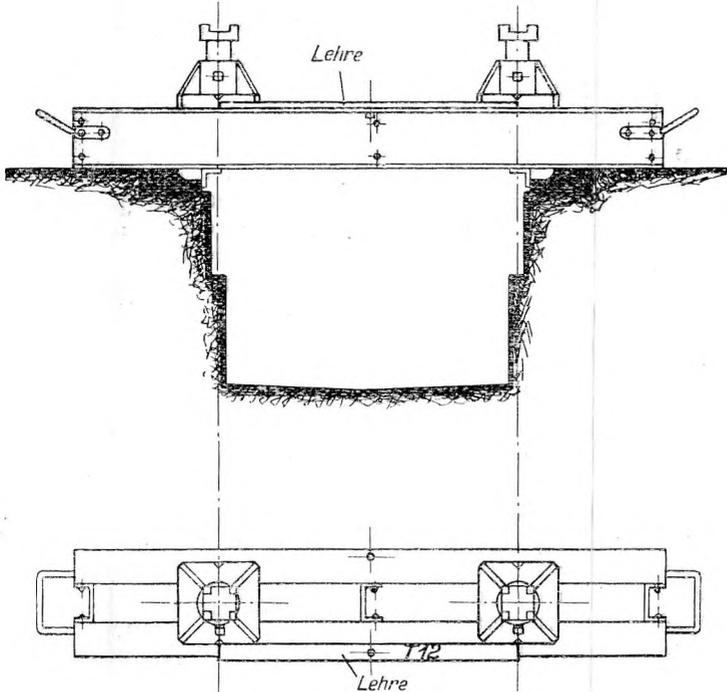


Abb. 4.

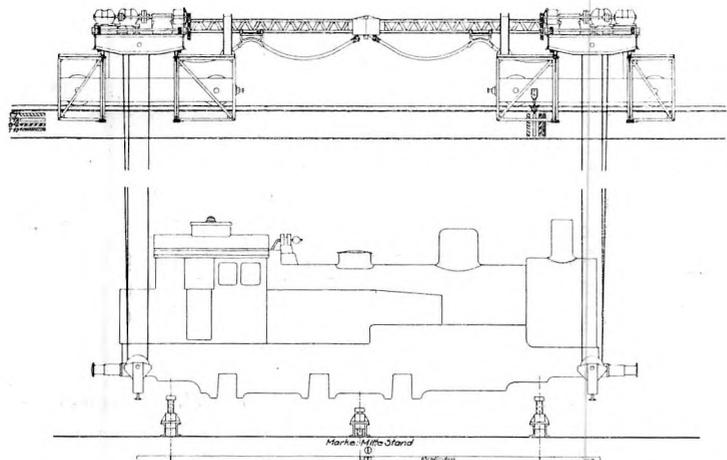


Abb. 7. Absetzen einer T 12 Lokomotive auf vorgerichtete Untersetzwinden.

herbeigeholt werden müssen, sind die Klötze in Blechfuttern gelagert, verschiebbar auf den Kranträgern angeordnet, so daß sie stets zur Hand sind. Selbstverständlich dürfen die Lokomotiven zum Umsetzen oder Aufachsen erst dann mit dem Kran gehoben werden, wenn die Untersetzwinden bzw. Achsen richtig aufgestellt, also alle Vorbereitungen getroffen sind.

Die erläuterten Einrichtungen für die Erleichterung der Kranarbeiten lassen sich singemäß auch in Lokomotivwerkstätten mit Querständen anwenden, nur mit dem Unterschied, daß die Merkzeichen für die verschiedenen zu be-

arbeitenden Lokomotiven an der Katzenfahrbahn angebracht werden müssen und an der Kranfahrbahn nur für jeden Lokomotivstand ein Merkzeichen notwendig ist.

Wie bereits erwähnt, bleibt der Doppelkran stets gekuppelt und wird auch zum Heben der Kessel in gleicher Weise von einem Mann bedient wie beim Heben der Lokomotivgestelle. Zur Ausführung der Hebarbeiten an Kesseln werden zwei kräftige Kesselhaken mittels einsteckbarer Bolzen an die Querträger gehängt*). Das Anhängen, sowie das Abnehmen der

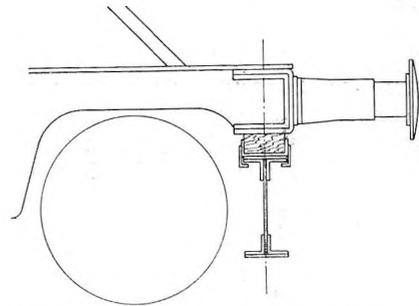


Abb. 5. Ansetzen des Kranträgers bei G 8² und G 12 Lokomotiven. Mitte Träger, unter Mitte Stofsbalcken.

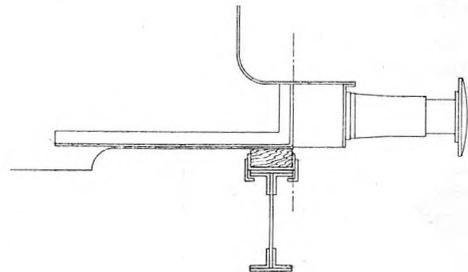


Abb. 6. Bei T 12 und T 16 Lokomotiven muß Vorderkante-Träger mit Vorderkante-Rahmen abschneiden.

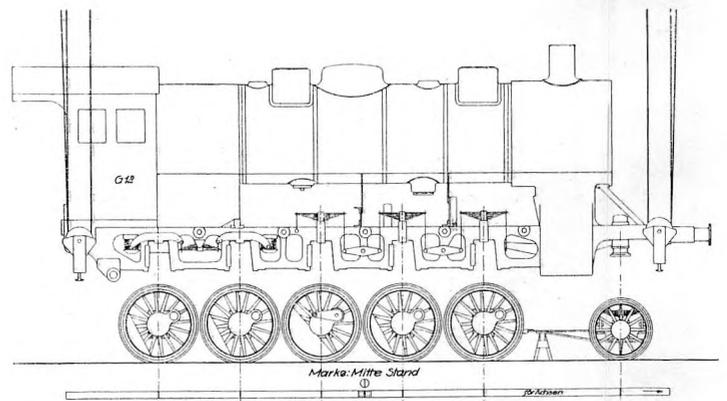


Abb. 8. Aufachsen einer G 12 Lokomotive nach vorheriger richtiger Aufstellung der Achsen.

Haken dauert durchschnittlich zwölf Minuten und um auch diese Zeiten nach Möglichkeit nur einmal im Tage aufzuwenden, werden die Lokomotiv- und Kesselarbeiten, soweit es sich ermöglichen läßt, zusammengelegt. Wenn die Haken nicht im Gebrauch sind, werden sie auf einem niedrigen Wagen gelagert, mit dem sie bequem von einem Hallenschiff in das andere befördert werden können. Die Anwendung der Kesselhebe-einrichtung geht aus Abb. 9 hervor. Diese Hebhaken haben

*) Vergl. Organ 1925: Köpke. Das Lokomotivausbesserungswerk Schwerte. Seite 431 und Abb. 5.

gegenüber den noch vielfach in Anwendung befindlichen Schlingketten oder -Seilen den großen Vorteil, daß der Kessel mit vollständiger Bekleidung und Ausrüstung einschließlich Reglerhebelwerk aus- und eingebaut und dadurch die Gesamtausbesserungsdauer nicht unwesentlich verringert werden kann.

In der folgenden Zahlentafel sind die Zeiten, die gegenwärtig für die Lokomotiv- und Kesselarbeiten benötigt werden, als Mittelwerte aus einer Reihe von Aufschreibungen zusammengestellt. Die Zeiten sind gerechnet von der Heranholung des Kranes von seinem jeweiligen Stand bis zur Wiederinruhestellung und bei Kesselarbeiten auch einschließlich der An- und Abhängung der Kesselhaken.

Lokomotivgattung	Lokomotive abachsen und von Stand 1 auf Stand 2 setzen	Lokomotive von Stand 2 auf Stand 3 setzen	Lokomotive von Stand 3 auf Stand 4 setzen	Lokomotive von Stand 4 auf Stand 5 bringen und aufachsen	Zusammen für alle Lokomotivgestell-Hebarbeiten	Für jede Kesselhebearbeit im Durchschnitt
T 12	23 Min.	19 Min.	20 Min.	41 Min.	103 Min.	35 Min.
T 16	22 "	20 "	20 "	36 "	98 "	41 "
G 8 ²	23 "	19 "	19 "	30 "	91 "	48 "
G 12	24 "	20 "	21 "	32 "	97 "	48 "
Durchschnittszeiten	23 Min.	19,5 Min.	20 Min.	34,75 Min.	97,25 Min.	43 Min.

Gesamtdurchschnittszeit für eine Lokomotivgestellhebearbeit **24,31** Min.

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich, konnten die Hebearbeitszeiten für Lokomotivgestelle durch die beschriebene Arbeitsweise von durchschnittlich 45 Min. auf rund 24,5 Min., also um fast die Hälfte herabgedrückt werden, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß auch noch wie schon erwähnt eine Hebearbeit (Abb. 1 e, Arbeit 5) wegfällt.

Bei einem Lokomotivausgang an großen Ausbesserungen einschließlich Untersuchungen von etwa 1,5 Stück täglich sind beide Krane 1,5 · (4 · 24,5 + 2 · 43) = 276 Min. in Benutzung, während außerdem noch im Durchschnitt täglich 65 Min. auf die Arbeiten für Zwischenausbesserungen gerechnet werden

Die Normung von Kolbenringen bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die Normung der Kolbenringe, verbunden mit der Festsetzung von Abnutzungsstufen und Passungsgraden erleichtert neben anderen Vorteilen vor allem die Beschaffung der Ringe von leistungsfähigen Werken in größeren Mengen, was meist wirtschaftlicher ist als die zersplitterte Einzelherstellung.

Der Durchmesserunterschied zwischen Kolben und Zylinder beträgt gegenwärtig im neuen Zustand 5 mm. Infolge des fortgesetzten Verschleißes nimmt dieser Betrag zu. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Differenz zwischen Zylinder- und Kolbendurchmesser 11 mm nicht überschreiten soll; die Kolbenringe werden sonst so stark, daß sie nur mehr schwer über den Kolbenkörper gestreift werden können. Außerdem beginnen sich die Ringe zu ecken, sobald der Überstand über den Kolbenkörper zu groß wird. Ist der Zylinder also um 6 mm nachgedreht, so muß ein Schrumpfring auf den Kolben aufgezogen werden.

Die Frage der Kolbenringstärke s ist von Reinhardt in der Zeitschrift des V. D. I. 1901, Seite 232 behandelt worden. Bei den Lokomotivgattungen der ehemaligen preussisch-hessischen Staatsbahn ist eine Abstufung nach dem Durchmesser nicht vorgenommen, sondern die Stärke s beträgt fast durchweg 13 mm; dabei ist bei kleinen Lokomotiven der für das Überstreifen höchstzulässige Wert $\frac{D}{30}$ beinahe erreicht, während z. B. bei G 10 Lokomotiven mit der Kolbenringstärke noch weit hinaufgegangen werden könnte. Es wird sich empfehlen die Ringstärke von 13 mm in all den Fällen zu belassen, wo eine Verstärkung der Ringe entsprechend der Abnutzung

können, insgesamt also beide Krane täglich 341 Min. oder rund $5\frac{3}{4}$ Std. in Anspruch genommen sind.

Während früher vielfach trotz ständiger Besetzung auf die Krane gewartet werden mußte und der Fortgang der Arbeit dadurch behindert wurde, werden jetzt beide Krane, die von einem zum andern Führerkorb leicht erreichbar sind von nur einem Mann bedient, der in den Zwischenpausen auch noch die Schmierung und Reinigung ausführt. Dadurch, daß alle Kranarbeiten durch bestimmte Aufsichtsbeamte geleitet und gleiche Hebarbeiten durch die Sondergruppen (Abachsen durch Abbaugruppe, Aufachsen durch Aufbaugruppe usw.) ausgeführt werden, wird eine ordnungsmäßige Arbeitsfolge ohne

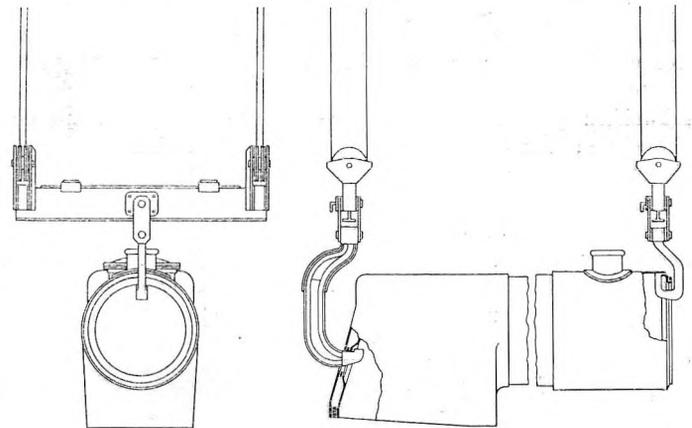


Abb. 9.

gegenseitige Störung und unnötiges Warten auf den Kran sichergestellt.

Außer der Ersparung eines Kranführers konnten auch noch die Stückzeiten bei den verschiedenen Lokomotivhebarbeiten ermäßigt werden und zwar bei der gegenwärtigen Ausbesserungsmenge im Jahresdurchschnitt um 1954 Stückzeitstunden. Ferner ließen sich auch die Förderarbeiten mit den Kleinkranen verbilligen, weil diese von den Großkränen weniger als früher behindert werden.

Vor allem können die Lokomotivkrane bei später eintretender stärkerer Inanspruchnahme der Werkstätte eine Arbeitsleistung bewältigen, die jeder sonst möglichen Leistungssteigerung der Werkanlagen gewachsen ist.

des Zylinders möglich ist. Bei den anderen Lokomotiven kann nur durch den Einbau eines neuen Kolbenkörpers oder durch Aufziehen neuer Schrumpfringe die richtige Stärke s erreicht werden.

Die Kolbenringbreite kann erfahrungsgemäß unbedenklich soweit verstärkt werden, daß die zwischen zwei Kolbenringen verbleibende Stegstärke noch 7 mm beträgt. Der Normung ist eine Breitenabstufung von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ mm zugrunde gelegt. Als Passung ist s_{w1} in s_B gewählt.

Mit der Normung der Ringe muß gleichzeitig die des Kolbenkörpers verbunden werden. Im Gegensatz zur früheren Ausführung der preussisch-hessischen Staatsbahn wurde bei Durchführung der Normung die Ringstärke s größer gewählt als die Nutentiefe; dadurch wird beim Durchsacken des Kolbens ein Auflaufen, also auch eine Abnutzung des Kolbenkörpers vermieden. Bei Nafsdampflokomotiven wurde ferner die Zahl der Kolbenringe von zwei auf drei erhöht. Es werden deshalb die Stöße der Ringe in allen Fällen zweckmäßig um 120° zu versetzen sein, was gleichmäßigen Verschleiß des Zylinders und Einschränkung der Dampfverluste zur Folge hat.

Der Ringstofs ist bei den Lokomotiven der Reichsbahn noch in doppelter Ausführung vorhanden: Der überlappte Stofs bei Nafsdampf- und der Schrägstofs bei Heißdampflokomotiven. Für die Normung ist nur eine Bauform vorgesehen, jedoch ist die Frage der größten Wirtschaftlichkeit noch nicht entschieden, da der überlappte Stofs den Vorteil eines geringeren Dampfverlustes, der schräge Stofs den der einfacheren Herstellung für sich hat. Bei ersterem sind ferner die häufigen Lappenbrüche nachteilig.

G. H.

(Glaser's Annalen 1926, 2. H., Heft 11.)

Die neue Werkstätte für Elektroschweißung beim Eisenbahnausbesserungswerk Ingolstadt.

Von Reichsbahnrat Grimm.

Hierzu Tafel 38.

1. Allgemeines.

Bald nach Beendigung des Krieges wurde in der Hauptwerkstätte Ingolstadt das Schweißen von Eisen mit dem elektrischen Lichtbogen aufgenommen. Zu diesem Zwecke wurden brauchbare von Bahnkraftwerken angefallene Gleichstromnebenschlussmaschinen den Anforderungen des Schweißbetriebes entsprechend umgebaut. Nachdem sich die vielseitige Verwendbarkeit des neuen Verfahrens gezeigt hatte und mit den zu diesem Zwecke umgebauten bzw. neu beschafften Maschinen die anfallenden Arbeiten nicht mehr bewältigt werden konnten, war es bald klar, daß eine neuzeitliche, wirtschaftlich arbeitende Anlage für elektrisches Lichtbogen-schweißen geschaffen werden müsse. Die Bedingung, mit den einfachsten Mitteln und unter allen Umständen z. B. bei Überkopf- und Senkrechtschweißungen für einwandfreie Arbeit eintreten zu können, führte bei der Untersuchung nach der zweckmäßigsten Stromart zur Verwendung des Gleichstromes in der neuen Anlage, und die Forderung, die einzelnen Maschinen der Handhabung der Schweißer zu entziehen, ergab die räumliche Trennung von Maschinen und Schweißraum.

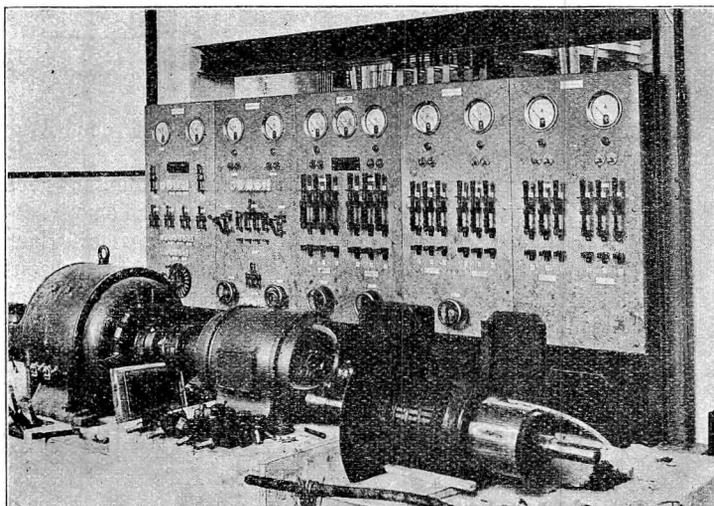


Abb. 1. Schweißmaschinensätze und Schalttafel im E. A. W. Ingolstadt.

Mit dem Bau der Werkstätte für elektrisches Schweißen wurde auch der Bau der Werkstätte für Gasschmelzschweißen und der Kupferschmiede verbunden, welche in einer großen Halle vereinigt sind.

Im folgenden soll jedoch nur die Werkstätte für elektrisches Schweißen näher beschrieben werden.

2. Beschreibung der Anlage.

Die neue Anlage gliedert sich räumlich in einen Maschinen- und einen Schweißraum. Die Anordnung ist aus dem Grund- und Aufriss (Abb. 1 und 2, Taf. 38) zu ersehen. Der Maschinenraum enthält sechs Schweißumformer und zwei Erregerumformer, deren Antrieb durch Drehstrom von 300 Volt Spannung erfolgt. In die Wand zwischen Maschinenraum und Werkstätte, ist die Schaltanlage eingebaut, die nach dem Schweißraum zu mittels Vollblechtüren staubdicht abgeschlossen ist (Textabb. 1).

Von der Schaltanlage aus gehen festverlegte Leitungen zu den einzelnen Arbeitsplätzen, von denen die Plätze 1, 2, 3 und 4 an der westlichen Wand, die Plätze 7 und 8 an der nördlichen Wand rechts neben der Schalttafel untergebracht sind. In der Mitte sind sechs Glühgruben eingebaut, welche

von den Arbeitsplätzen 5 und 6 bedient werden können. Außerdem befinden sich noch außerhalb der Werkstätte zwei Schweißplätze zur Vornahme von Schweißungen im Freien und zwar der Arbeitsplatz 9 an der nördlichen Außenwand, der überdacht ist, und der Arbeitsplatz 10 an der westlichen Außenwand des Maschinenraumes. Auf den zuletzt genannten Schweißplätzen können Kaltschweißungen an Lokomotiven vorgenommen werden, die auf dem Gleis an die Arbeitsstellen herangebracht werden können.

Auf der Ostseite der elektrischen Schweißerei schließen sich die Räume für Werk- und Betriebsstoffe an. Über ihnen befinden sich der Waschraum für die Arbeiter, sowie die Büroräume und die Untersuchungsanstalt für Prüfungen von Schweißarbeiten.

Zwischen den Glühgruben und den ebengenannten Räumen sind eine Naxos-Trockenschleifmaschine und eine Radialbohrmaschine von Collet & Engelhardt, sowie eine kleine Stumpfschweißmaschine von Kustermann aufgestellt. Die Schleifmaschine dient zur Bearbeitung der kleineren Werkstücke und für die Formengebung der beim Warschweißen zum Einformen erforderlichen Plattenkohlen. Beide Maschinen haben Eigenantrieb. Die kleine Stumpfschweißmaschine wird hauptsächlich zum Schweißen der Kupferdichtungsringe und der beim Schweißen angefallenen Schweißstabreste benützt. Außerdem ist für solche Werkstücke, deren Schweißstelle mit der großen Schleifmaschine nicht bearbeitet werden kann, eine kleine ortsbewegliche Schleifmaschine mit biegsamer Welle von Schmid & Wetzel, Stuttgart, vorhanden.

Zur Aufbereitung des beim Warschweißen zum Einformen notwendigen Sandes dient ein Schüttelsieb mit elektrischem Antrieb. Jede der sechs Glühgruben besitzt einen Anschluss an die Windleitung der Schmiede; außerdem ist noch eine ortsbewegliche Rauchabzughaube vorhanden, die bei Bedarf über die einzelne Schweißgrube gestellt und an die Rauchabzugleitung der Schmiede angeschlossen werden kann.

Der gesamte Raum der Elektroschweißerei kann mit einem 14 m langen elektrisch betriebenen Laufkran von 5 t Tragfähigkeit der Firma Noell & Co., Würzburg, bestrichen werden. Dadurch kann man die auf normalspurigen Förderwagen ankommenden großen Werkstücke von dem nördlich der Glühgruben gelegenen Fördergleis an den Arbeitsplatz bringen.

Nachdem im vorstehenden die allgemeine Anordnung beschrieben wurde, soll nun im folgenden auf die Einzelheiten näher eingegangen werden.

A. Maschinen.

Bei der Beschaffung des maschinellen Teiles der Anlage wurde darnach getrachtet, möglichst viele Firmen heranzuziehen, um die Bewährung der einzelnen Ausführungen zu erproben. Die Anordnung der einzelnen Maschinen und Arbeitsplätze ist aus Abb. 1, Taf. 38 ersichtlich. Während zwei AEG-Maschinen (je 460 Amp.) in nächster Nähe der Schalttafel angeordnet sind, um möglichst kurze Kabel für die großen Stromstärken zu verwenden, sind die anderen Maschinen längs der Wände aufgestellt, und zwar ein Siemensumformer (200 Amp.) und ein Bergmannumformer (250 Amp.) längs der westlichen Wand, ein Kjellbergumformer (230 Amp.) und ein Koch-Stratmannumformer (200 Amp.) längs der nördlichen Wand.

Während bei dem Koch und Stratmann-Generator die Erregermaschine wegen der außergewöhnlichen Erreger Spannung von 90 Volt auf der gleichen Welle belassen wurde, wurden bei den übrigen Umformern die Einzelerregermaschinen weg-

gelassen, was wegen der Verkürzung der Baulängen sich als günstig erwies. Die Erregung erfolgt hier von einer gemeinsamen Erregersammelschiene, die von einer Erregermaschine mit Gleichstrom von 110 Volt Spannung gespeist wird. Durch diese zentrale Erregung wird erreicht, daß statt der Leerlaufverluste der sonst an den einzelnen Schweißumformern unmittelbar angebrachten Erregermaschinen nur der Leerlaufverlust eines einzigen Maschinensatzes anfällt.

Da beabsichtigt ist, eine Akkumulatorenbatterie neben dem Maschinenraum unterzubringen, so ist einer der beiden Umformer für die Ladung der Batterie vorgesehen. Damit nun sowohl der eine als auch der andere Umformer für die Lieferung einer konstanten Erregerspannung, wahlweise aber auch zur Ladung der Batterie verwendet werden kann, sind diese Gleichstromgeneratoren mit einer abschaltbaren Verbundwicklung versehen. Mit Hilfe eines einpoligen Umschalters werden die beiden Gleichstromgeneratoren so geschaltet, daß, wenn der eine der beiden an der Erregersammelschiene liegt, der andere auf die Ladesammelschiene arbeiten kann. Die beiden Erregerumformersätze sind von den Bayerischen Bergmannwerken geliefert und an der östlichen Wand des Maschinenraumes untergebracht.

Die beiden Schweißgeneratoren der AEG haben außer der genannten Fremderregung noch eine Eigenerrregung und können bei Parallelschaltung durch eine Ausgleichleitung verbunden werden.

Als Antriebsmotoren wurden für sämtliche Umformer Asynchronmotoren gewählt, die über dreipolige Sicherheitsschalter mit Spannungsrückgangsauslösung an die Drehstromsammelschiene der Schalttafel angeschlossen sind.

Das Ein- und Ausschalten geschieht mittels Druckknöpfen von der Vorderseite der Schalttafel aus. Die Sicherheitsschützen sind mit den bei den Motoren stehenden Anlassern in der Weise elektrisch verriegelt, daß ein Einschalten bei falscher Stellung des Anlassers bzw. bei kurzgeschlossenem Anlasser unmöglich ist. Während des Einschaltens wird gleichzeitig eine Signallampe zum Aufleuchten gebracht.

B. Schaltanlage.

Wie schon erwähnt, wurden die Maschinen in einem eigenen, von der Werkstätte getrennten Raum untergebracht. Die Schaltanlage war nun so auszubilden, daß sie gestattet, einerseits die einzelnen Maschinen auf die verschiedenen Arbeitsplätze zu schalten, andererseits aber den jeweils erforderlichen Schweißstrom, der durch den verwendeten Schweißstab bestimmt ist, vom Arbeitsplatz aus zu regeln. Die ganze Gliederung der Verteilung und Zuleitung von Schweißstrom und Erregerstrom zu den einzelnen Schweißplätzen erfolgt nach der natürlich gegebenen Einteilung dem Verwendungszweck gemäß von Maschinen und Schweißplätzen, aufgeteilt nach solchen für Warm- und Kaltschweißung. Von den Generatoren sind vier für Warschweißungen, zwei für Kaltschweißungen geeignet. Die Generatoren der AEG für Warschweißungen können selbstverständlich bei Einschaltung von Widerständen auch für Kaltschweißungen verwendet werden, wobei natürlich der Wirkungsgrad sich verschlechtert.

Die Schalttafel hat insgesamt fünf Felder. Drei davon

sind mit den Betätigungsapparaten für die Schweißformer besetzt, die zu je zweien in einem Feld vereinigt sind. Ein Feld dient für die beiden Erregerumformer, ein Feld für die aufzustellende Akkumulatorenbatterie. Aus Zweckmäßigkeitsgründen sind bereits sämtliche für die Ladung und Entladung der Batterie erforderlichen Apparate mit aufgebaut. Ferner sind für die Schweißumformer, soweit sie eigene Erregermaschinen besitzen, die jetzt, wie schon erwähnt, abgenommen sind, aber bei Bedarf angebaut werden können, auf der Schalttafel Regler vorgesehen, die nur angeschlossen zu werden brauchen.

Hinter der Schalttafel liegt der Drehstromsammelschiensatz, ferner für jeden Schweißplatz eine Schiene. Die positiven Pole sämtlicher Maschinen liegen an einer gemeinsamen Sammelschiene. Die Verteilung der einzelnen Maschinen auf der Schalttafel und die Schaltmöglichkeiten auf die Arbeitsplätze sind aus folgender Zusammenstellung zu ersehen.

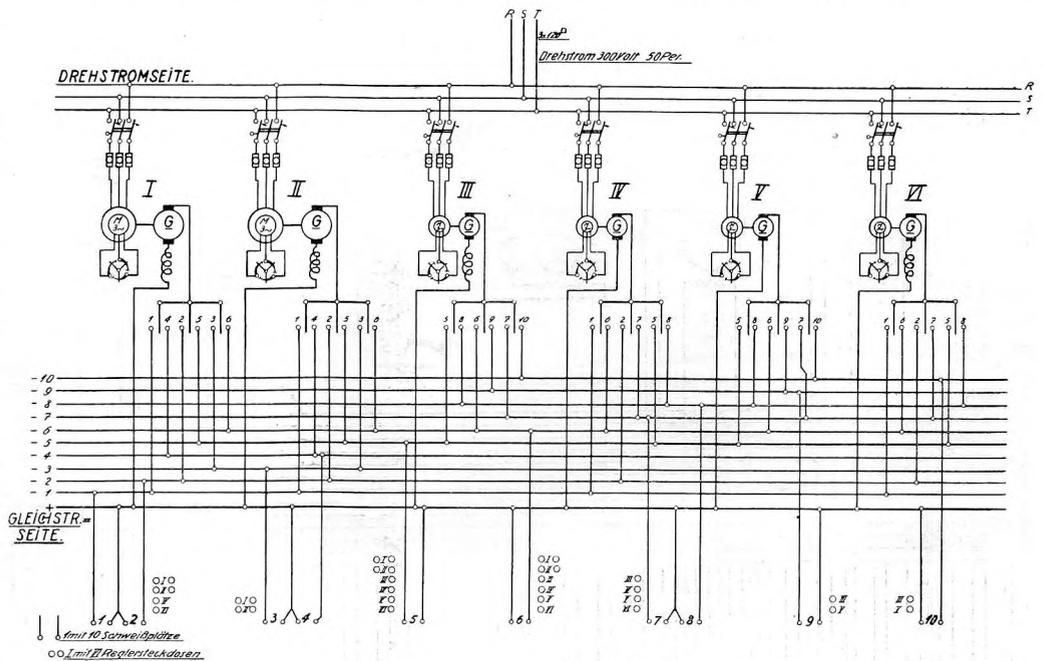


Abb. 2. Schweißleitungsschema.

Zusammenstellung.

Feld	Schweißumformer	Arbeitsplätze
3	I AEG (460 Amp.)	1, 2, 3, 4, 5, 6
	II AEG (460 Amp.)	1, 2, 3, 4, 5, 6
4	III Koch und Stratmann (200 Amp.)	5, 6, 7, 8, 9, 10
	IV Kjellberg (230 Amp.)	1, 2, 5, 6, 7, 8
5	V Bay. Bergmann-Werke (250 Amp.)	5, 6, 7, 8, 9, 10
	VI SSW Nebenschluß-generator (200 Amp.)	1, 2, 5, 6, 7, 8

Von den drei einpoligen Hebelschaltern eines Schweißumformers darf immer nur je einer in die Kontaktklemme eines der sechs Arbeitsplätze gelegt werden. Während die einzelne Maschine nur auf einen Arbeitsplatz geschaltet werden darf, können die Maschinen I, II, IV und VI auf die Arbeitsplätze 1 und 2 und sämtliche Schweißumformer auf die Arbeitsplätze 5 und 6 parallel geschaltet werden.

Textabb. 2 (Schweißleitungsschema) zeigt die Schaltung der Maschinen auf die einzelnen Arbeitsplätze.

Während die Schaltung der einzelnen Maschinen auf die Arbeitsplätze, nur im Maschinenraum vorgenommen werden kann, erschien es aus betriebstechnischen Gründen zweckmäßiger, die Erregung vom Arbeitsplatz aus einzustellen. Es wurden deshalb bei den Arbeitsplätzen Steckkontakte angebracht. Zu diesen sind Erregerleitungen von der Erregersammelschiene zu den Feldmagneten der einzelnen Schweißgeneratoren und von da über ein Klemmbrett, das hinter der Schalttafel im Feld 2 angeordnet ist, geführt. Die Verteilung der einzelnen Erregerleitungen erfolgt in der gleichen Weise, wie sie die angeführte Zusammenstellung der Schweißsumformer ergibt.

Textabb. 3 (Erregerleitungsschema) zeigt in übersichtlicher Weise die Anordnung: Hieraus ist zu ersehen, daß für alle Maschinen, die an die Zentralerregung angeschlossen sind, die positive Schiene für alle gemeinsam ist, während die negative als Hilfsschiene für jede einzelne Maschine ausgebildet ist. Während bei den AEG-Maschinen für die Eigenregung die Erregerleitungen unmittelbar von der Maschine zu den Arbeitsplätzen geführt sind, wurde bei der Koch- und Stratmann-Maschine, da sie nur zu Kaltschweißungen verwendet wird und die Eigenregung nach den bisherigen Erfahrungen nach

meinsame Schiene für den positiven Pol ausgeführt, an welche sämtliche Schweißgeneratoren angeschlossen sind. (Schweißleitungsschema.) Diese Schienen gehen als blanke Kupferleitungen von der Schalttafel an der nördlichen und westlichen Wand der Werkstätte zu den einzelnen Arbeitsplätzen. Sie bestehen aus Flachkupferbändern und sind soweit als möglich geschweißt. Nur an den Ecken und an wenigen Stellen sind sie mit verzinkten Schrauben und Verbindungsglaschen verbunden und verlötet. Die Leitungen sind auf Rillenisolatoren in einer solchen Höhe verlegt, daß eine Berührung nicht möglich ist. Wo die Leitungen an der Wand zu den Arbeitsplätzen heruntergeführt sind, sind sie zur Vermeidung von mechanischen Beschädigungen mit einem Eisenblechkasten ummantelt. Zu den Warmschweißplätzen 5 und 6 sind die blanken Kupferleitungen und die Erregerleitungen, abzweigend von den an der westlichen Wand zu den Arbeitsplätzen 1, 2 und 3, 4 in ausbetonierten, mit Eisenblech abgedeckten Kanälen geführt.

Am Ende jeder Schiene ist eine Anschlußklemmschraube mit Flügelmutter angebracht, mit welcher das Schweißkabel angeschlossen wird. Die für alle Maschinen gemeinsame positive Leitung ist durch rote Farbe, die negativen Leitungen sind

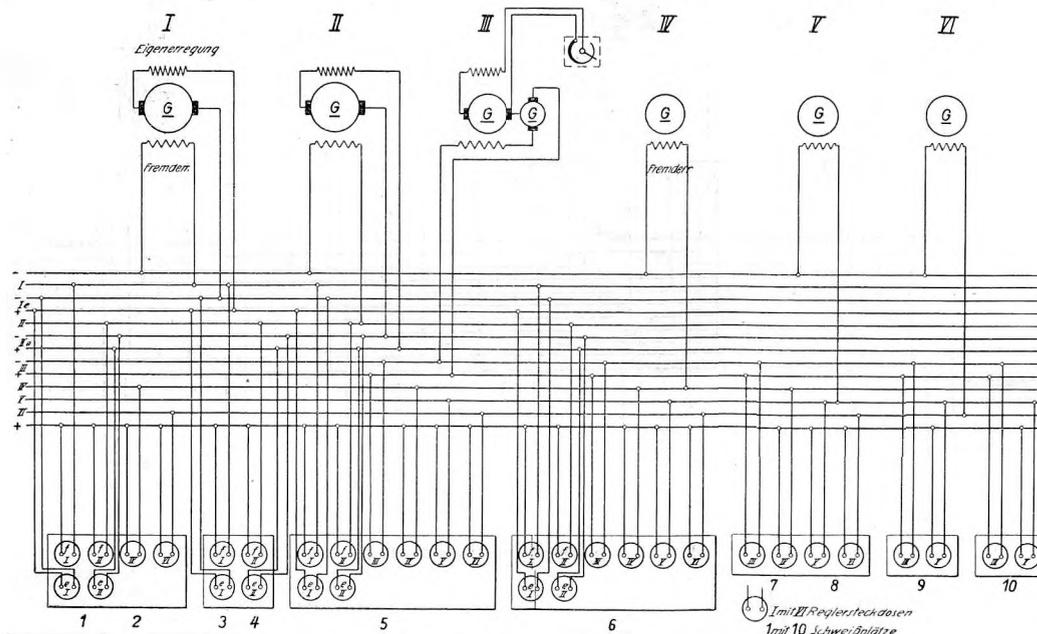


Abb. 3. Erregerleitungsschema.

dem erstmaligen Einstellen nicht verändert zu werden braucht, im Maschinenraum angeordnet. Für die AEG-Maschine sind je zwei ortsveränderliche Regler für Fremd- und Eigenregung vorhanden, dagegen ist für die übrigen Schweißgeneratoren je ein ortsveränderlicher Regler notwendig. Diese Regler werden an den Schweißplätzen mittels Stecker an die Reglerleitungen angeschlossen, so daß der Stromkreis geschlossen werden kann. Die Steckkontakte und Stecker der einzelnen Regler sind durch entsprechende Nutenscheiben so ausgebildet, daß die zu einer bestimmten Maschine gehörigen Stecker nur in die Steckkontakte für die betreffende Maschine passen. Dadurch wird verhindert, daß ein nicht zur Maschine gehöriger Regler mittels Steckers eingeschaltet und, da nur ein Regler für jede Maschine vorhanden ist, eine Maschine nicht von mehreren Arbeitsplätzen gleichzeitig erregt werden kann.

C. Leitungen.

Von der Schalttafel gehen nun die einzelnen Leitungen zu den in der Werkstätte und im Freien angeordneten Schweißplätzen. Es ist für jeden Schweißplatz eine besondere Schiene für den negativen Pol und für alle Schweißplätze eine ge-

durch blaue Farbe gekennzeichnet, so daß eine Verwechslung ausgeschlossen ist. Allgemein ist festgelegt, daß das Werkstück an die positive Schiene, der Schweißstab an die negative Schiene gelegt wird. Besonders ausgebildete Schweißstische, welche gegen Erde bzw. ihre nächste Umgebung isoliert sind, gestatten auch in besonderen Fällen, die Klemmen zu vertauschen, ohne daß die Arbeiten an den anderen Arbeitsplätzen, wenn mehrere Schweißer gleichzeitig beschäftigt sind, infolge Ableitung ungünstig beeinflusst werden. Die Leitungen zu den Arbeitsplätzen 1 mit 6 sind für einen Höchststrom von 1500 A, zu den Arbeitsplätzen 7 mit 10 für einen solchen von 300 A bemessen. Bei der Ausführung der Anlage wurde auf eine gute Abklärung der Zuleitung Rücksicht genommen.

Neben und innerhalb der sogenannten Schweißleitungen sind die Erregerleitungen als NGA-Leitungen in Bergmannrohren von der Schalttafel zu den bei den Arbeitsplätzen angeordneten Steckdosen geführt. Die Anordnung der Steckdosen ist aus dem Schweißleitungsschema, die Führung der Leitungen aus dem Erregerleitungsschema und der Textabb. 4 zu ersehen.

Zum Schutz gegen Staub und Schmutz sind bei den Schweißleitungen die Kontaktvorrichtungen durch aufklappbare Blechdeckel und bei den Erregerleitungen die Steckdosen durch Holzstöpsel gesichert.

Die Ausführung der gesamten Anlage einschließlich der Schalttafel und die Verlegung der Kabel und Leitungen erfolgte durch die Bayerischen Bergmannwerke.

D. Glühgruben.

Außer der erwähnten elektrischen und maschinellen Ausrüstung der Anlage ist auch die Ausführung der Glühgruben für die Warmschweißungen bemerkenswert. Wie aus dem Lageplan zu ersehen ist, wurde ein großer Teil des für die Elektroschweißerei zur Verfügung stehenden Platzes für sie verwendet. Bei der Festlegung der Abmessungen wurden die

größten vorkommenden Werkstücke (Lokomotivzylinder) zugrunde gelegt. Mit Rücksicht darauf, daß bei der zu erwartenden Entwicklung damit gerechnet werden muß, täglich eine Warmschweißung auszuführen, wurde die Zahl der Glühgruben auf sechs festgelegt, da nach beendeter Schweißung eine Zeit von fünf bis sechs Tagen zur Abkühlung des Werkstückes erforderlich ist. Da bereits 1,2 m unter Schienenoberkante der Werkstätte Grundwasser auftritt und die Tiefe der Sohlen der mit Chamottesteinen ausgemauerten Glühgruben aus dem oben angegebenen Grunde zu 2,5 m, 2 m und 1,5 m gewählt wurde, mußten die Fundamente und das Mauerwerk gegen Eindringen von Wasser gesichert werden.

Zu diesem Zweck wurden drei große Blechbehälter mittels elektrischen Schweißens angefertigt, in welche je zwei solcher Glühgruben eingebaut wurden. Die Anordnung ist aus der Abb. 3, Taf. 38 zu ersehen.

Abb. 4 zeigt den Bau der Gruben. Um eine gleichmäßige Erwärmung durch das um das Werkstück anzulegende Holzkohlenfeuer zu erzielen, sind sämtliche Gruben an die in der Schmiede bereits vorhandene Windleitung angeschlossen, die von einem großen Ventilator gespeist wird. Um die Glühgruben und zwischen denselben ist ein begehbare Kanal angeordnet, von welchem aus der Schweißer zur leichteren Handhabung des Schweißstabes an die unter Umständen sehr tiefe gelegene Schweißstelle leichter herankommen kann, als wenn er von der abgedeckten Glühgrube aus mit dem Schweißstab bis zur Schweißstelle heruntergehen müßte. Die Abdeckung der Glühgrube ist in der Weise ausgebildet, daß nur die Schweißstelle des Werkstückes offen gehalten zu werden braucht, während die Grube im übrigen beim Schweißen vollkommen abgedeckt werden kann. Außerdem kann der abgedeckte Platz der Glühgruben ohne weiteres zum Aufstellen der einzelnen, selbst der schwersten Werkstücke zum Einformen der Schweißstelle verwendet werden. Dabei ist noch der Vorteil erreicht, daß keine besonderen Förderwege von der Einformerei zur Grube erforderlich sind, da das Werkstück mittels des 5 t-Kranen in die Glühgrube gebracht werden kann.

E. Rauchabzugvorrichtung.

Die bei dem elektrischen Lichtbogenschweißen auftretenden Dämpfe werden bei den Warmschweißungen durch die ortsbewegliche Rauchabzughaube entfernt, welche an die Rauchabzugleitung der Schmiede angeschlossen werden kann (Abb. 2 der Taf. 38).

Für die übrigen Schweißplätze an der westlichen Wand wurden vier einzelne schwenkbare Rauchabzughauben und vor der nördlichen Wand an einem Standrohr zwei bewegliche Rauchabzughauben zu dem gleichen Zweck angebracht.

Diese vier Hauben sind ebenfalls an die schon erwähnte Rauchabzugleitung der allgemeinen Schmiede angeschlossen.

3. Schluss.

Bei der Abnahme der Anlage wurden die verschiedenen Schaltmöglichkeiten der einzelnen Maschinen auf die Arbeits-

plätze erprobt. Die Versuche mit Parallelschaltung der Maschinen I, II, IV und V auf einen Arbeitsplatz konnten ohne Auftreten irgendwelcher Mängel der Schaltanlage und Leitungen durchgeführt werden. Lediglich mit Rücksicht auf die zum Schweißstab und dem Werkstück führenden Schweißkabel wurde nach einer halben Stunde der Höchstbelastungsversuch abgeschlossen. Die hierbei verwendete Stromstärke betrug 1600 A.

Während früher ein durchschnittlicher, drehstromseitig gemessener Stromverbrauch von 4 bis 4,5 kWh für 1 kg niedergeschmolzenes Eisen die Regel war, ist dieser nun nach Inbetriebnahme der neuen elektrischen Schweißerei auf 2,8 bis 3,3 kWh gesunken. Dieser Gewinn ist einerseits auf die neu beschafften, zu Schweißzwecken gebauten Umformer zu buchen, andererseits aber der reichlichen Bemessung der zu den einzelnen Arbeitsplätzen geführten Leitungen zuzuschreiben.

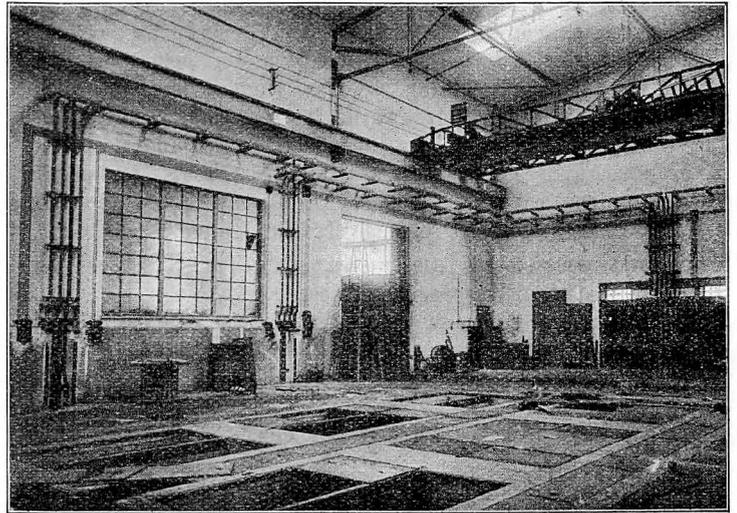


Abb. 4. Ansicht der Schweißleitungen von der Schalttafel zu den Schweißplätzen.

Ein Maß für die Leistungsfähigkeit der neuen Anlage gibt die Steigerung des Schweißstabeverbrauches in der kurzen Zeit seit der Inbetriebnahme. Während im Jahre 1924 der Gesamtverbrauch an umhüllten Elektroden, Holzkohlendraht und Gußeisenstäben rund 7000 kg betrug, stieg der Verbrauch im Jahre 1925 auf rund 9700 kg, das ist eine Steigerung von rund 37%, wobei erst in der zweiten Hälfte des Jahres 1925 die neue elektrische Schweißereianlage in Betrieb genommen wurde. Der Vergleich der einzelnen Schweißarten auf Grund des Verbrauches an Schweißstäben ergab für Kaltschweißungen mit Holzkohlendraht eine Steigerung von 42%, für solche mit umhüllten Stäben eine Verminderung von 5% und für Warmschweißungen mit Gußeisenstäben eine Steigerung von 72%.

Amerikanische Werkstätte für Wagen-Ausbesserungen.

Um eine wirtschaftlichere Schnellausbesserung von Güterwagen zu erreichen, wurde auf dem Güterbahnhof Buffalo-Ost ein neuerzeitlicher Werkstättenbau errichtet. Bisher wurden die leichteren Instandsetzungsarbeiten im Freien ausgeführt; es zeigte sich, daß diese Arbeiten zu teuer kommen, wenn die Arbeiter, besonders im Winter, der Witterung ausgesetzt sind. Die neue Anlage ist 207 m lang und 32 m breit und enthält sechs Längsstände; sie besteht aus einer Eisenkonstruktion mit Wellblechverkleidung und Säggedach. Letzteres bringt zusammen mit den Seitenfenstern die notwendige gute Belichtung aller Arbeitsplätze.

Für alle Förderarbeiten sind Elektrokranen vorgesehen, für ihren Verkehr sind drei Betonwege vorhanden, die in einer Breite

von 2,25 m die Halle der Länge nach durchziehen und wodurch alle Schmalspurgleise, welche bisher bei derartigen Anlagen üblich waren, entbehrlich wurden; ebenso sind Querwege im Innern und an den Außenseiten angelegt; der ganze übrige Fußboden der Halle, auch zwischen den Gleisen, ist mit Mastix ausgeführt, so daß die Karren überall verkehren können.

Merkwürdigerweise hat die Werkstätte nur Zufahrt von einer Seite, so daß von hier aus alle Verschiebearbeit erfolgen muß. In der Nähe einer Ecke des Gebäudes ist das Büro und ein Werkzeuglager vorgesehen.

(Railway Age 1:26, 1. Hälfte, Nr. 13.)

Bttgr.

Das autogene Schweißen von kupfernen Feuerbüchsen.

Von Reichsbahnrat Prinz, München.

Die technischen Erfolge und die damit verknüpften wirtschaftlichen Vorteile der autogenen Kupferschweißung beim Ausbessern beschädigter Lokomotivfeuerbüchsen sind so bekannt, daß sie nicht besonders hervorgehoben werden müssen.

War man ums Jahr 1920/21 stolz, wenn kleine Schweißarbeiten an der eingebauten Büchse gelungen waren, so genügte das sehr bald nicht mehr. Die Ansprüche, aber auch die Leistungen stiegen und immer mehr vermochte die Kupferschweißung die früheren Behelfverfahren der Kesselschmiede mit Erfolg zu verdrängen. Es ist deshalb verständlich, daß, nachdem das Einsetzen großer Kupferflicken in die Feuerbüchse gelungen war, versucht wurde, eine vollständige Feuerbüchse zu schweißen anstatt zu nieten. Meines Wissens erfolgte der erste praktische Versuch, in Deutschland eine solche Schweißung auszuführen, im EAW München bereits Februar 1923. Diese damalige erste Schweißung einer ganzen Feuerbüchse, welche nach sorgfältiger Vorbereitung und bester Schulung der Schweißer glänzend gelang, wurde dauernd im Betriebe beobachtet. Die Lokomotive wurde im Mai 1923 dem Betrieb übergeben, hat jetzt etwa 100 000 km geleistet und noch nie zu Klagen Anlaß gegeben. Das ist das Ergebnis des ersten Versuches dem, wie aus folgenden Ausführungen zu entnehmen ist, weitere, ebenso erfolgreiche Versuche folgten.

Vorbereitung und Anordnung beim Schweißen einer kupfernen Feuerbüchse.

Die damalige Anordnung und Arbeitsweise, die, abgesehen von kleinen Abweichungen bis heute beibehalten wurde, war folgende.

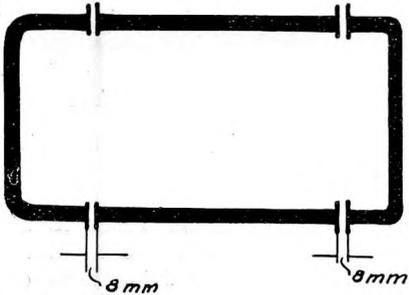


Abb. 1. Schematischer Zusammenbau der Feuerbüchse vor dem Schweißen.

Die Feuerbüchsenbleche werden wie sonst zugeschnitten; nur der Mantel wird, da ja keine Überlappung nötig ist, um diese Überlappungen (hintere und vordere) zweimal je 8 mm gekürzt. Dieser Zwischenraum von 8 mm ist nötig, um die Schrauben zum Zusammenhalten der Einzelteile unterzubringen. (Abb. 1).

Die einzelnen Feuerbüchsteile werden so zusammengeklemt, daß die Hauptabmessungen der Zeichnung entsprechen. Es ist jedoch zu beachten, daß der Mantel wegen der fehlenden Überlappung um die doppelte Blechstärke enger gehalten werden muß und daß dementsprechend die

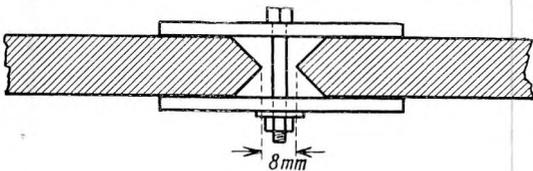


Abb. 2. Klemmvorrichtung zum Zusammenhalten der Feuerbüchsteile.

Seitenstehbolzen um Blechstärke länger sein müssen. Die zu schweißenden Kanten werden so vorgearbeitet, daß eine X (kreuz-)förmige Naht entsteht. Die so vorbereiteten Teile der Feuerbüchse werden, wie Abb. 2 zeigt mit Pratzen und Schrauben in einfachster Weise zusammengehalten.

Hierauf wird die Feuerbüchse in den Bodenring eingesetzt und an diesem angeheftet (Abb. 3).

Aus der Abbildung ist deutlich zu erkennen, wie die einzelnen Teile vorbereitet sind und zusammengehalten werden.

Auch der Bodenring ist bereits angeklemt. Die Schweißung beginnt etwa in der Mitte der Feuerbüchsen-Decke und wird nach beiden Seiten bis zum Bodenring fortgesetzt. Das Schweißen einer großen Feuerbüchse erfordert drei Tage. Am ersten Tag werden die Deckennahte, am zweiten und dritten Tage die Seitennahte geschweißt.

Die Abb. 4 und 5 zeigen die fertig geschweißte Feuerbüchse außen und innen.

Da die Schweißnaht X-förmig vorbereitet und von den beiden Seiten zugänglich ist, wird von der äußeren und inneren Wandung gleichzeitig geschweißt (Abb. 6).

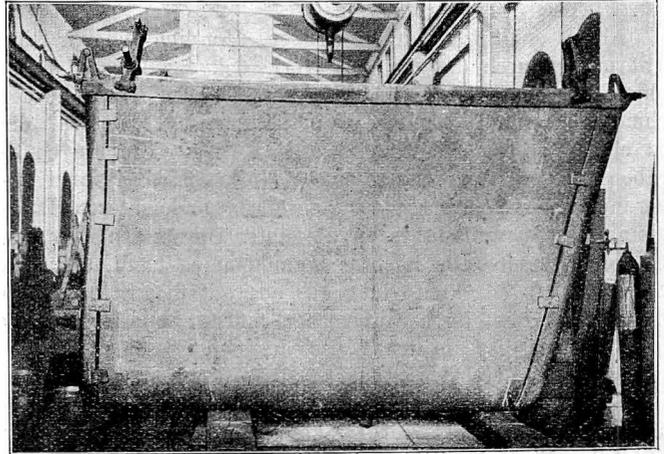


Abb. 3. Feuerbüchsenrohr- und Rückwand zum Schweißen zusammengespant.

Auf die etwas angewärmte Schweißstelle wird Canzler-Schweißpaste gestrichen, welche die Oxydation des Kupfers vermindert. Als Schweißmaterial wird der sehr gut bewährte Canzlerdraht (Canzler-Düren im Rheinland) verwendet. Es wird mit zwei Brennern (Fabrikat »Messer« Nr. 5) gleichzeitig gearbeitet. Bei der X-Schweißung befindet sich der eine Schweißer innerhalb, der andere außerhalb der Feuerbüchse. Beide bearbeiten die gleiche Schweißstelle. Da das Kupfer die

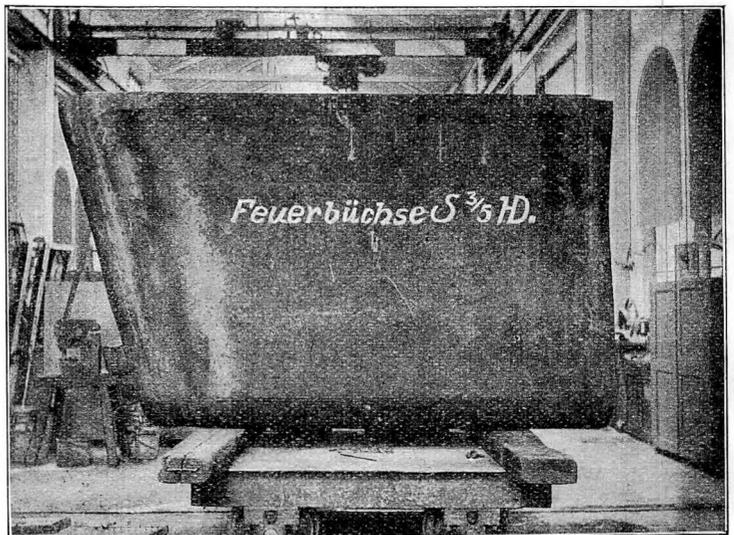


Abb. 4. Fertig geschweißte Feuerbüchse. Außenansicht.

Wärme außerordentlich rasch ableitet, ist die Zuführung dieser großen Wärmemenge nötig. Deshalb wird bei V-Schweißung,

falls aus bestimmten Gründen die günstigere X-Schweißung nicht angewendet werden kann, gleichzeitig mit einem zweiten Brenner die Schweifsstelle dauernd angewärmt, da bei dieser Schweißung nur auf einer Seite gearbeitet wird.

Beim Schweißen werden mit dem Brenner kleine kreisförmige Bewegungen ausgeführt um eine örtliche Überhitzung möglichst zu vermeiden.

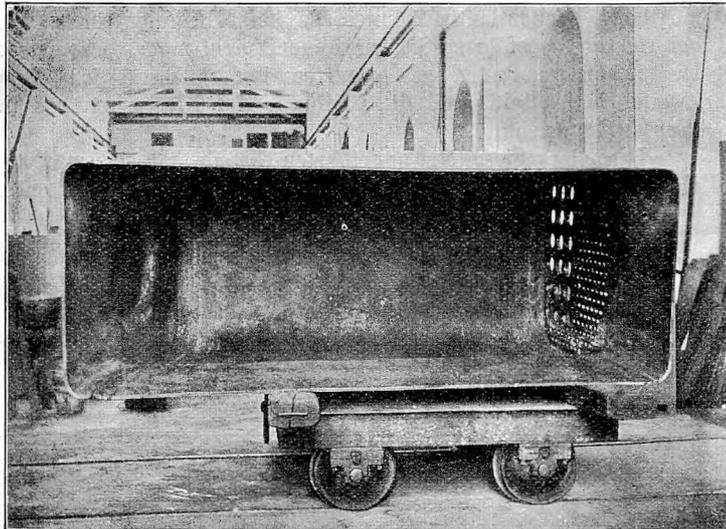


Abb. 5. Fertig geschweißte Feuerbüchse. Innenansicht.

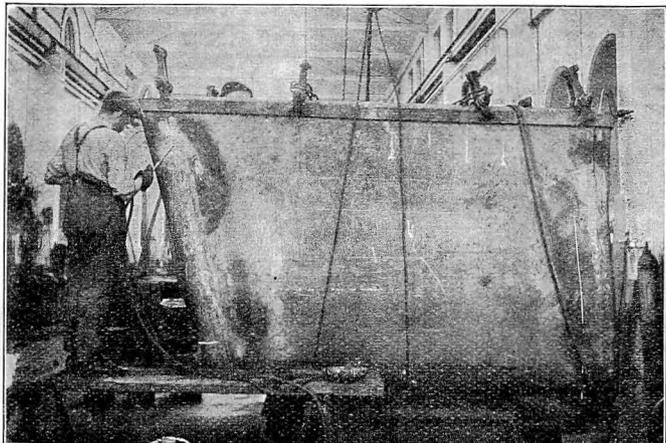


Abb. 6. Schweißer bei der Arbeit.

Da das so beschriebene Schweißen sehr anstrengend ist, wird mit doppelter Besetzung, also mit vier Schweißern gearbeitet, welche sich ablösen. Nachdem etwa 100 mm der Naht mit Schweißgut gefüllt ist, wird das Schweißen unterbrochen und die Schweißnaht gehämmert, um die Wärmespannungen möglichst aufzuheben. Dabei wird die etwas stärkere Schweißwulst von der Mitte aus nach beiden Seiten hin mit ca. 1/2 kg schweren Hämmern bearbeitet (Abb. 7). Diese Nachbehandlung ist schon von den früheren Ausbesserungsverfahren her bekannt, sie verhindert die Rißbildung und verbessert die Festigkeit. Neuerdings wird mit Preßluftwerkzeugen gehämmert, welche einen entsprechenden Einsatz haben. Damit gelingt es, Schweißungen auf eine Länge von 150 bis 200 mm ohne Unterbrechung erfolgreich auszuführen.

Es wurde schon oben erwähnt, daß die Seitenwandstehbolzen um Feuerbüchsmantelstärke verlängert werden müssen. Eine Verlängerung der Deckenstehbolzen wurde nicht vorgenommen, da die Feuerbüchdecke wegen der Marke des niedrigsten Wasserstandes in der alten Lage wieder eingebaut werden muß. Das bedingt jedoch, daß Rohr- und Türwand um die Stärke

des Mantelblechs gehoben werden, also um den gleichen Betrag länger sein müssen. Dadurch wird der Zwischenraum zwischen oberster Rohrreihe und Decke etwas größer als früher, was sehr vorteilhaft ist, da ein Einreißen der Kumpelung dadurch unwahrscheinlicher wird.

Hervorgehoben muß werden, daß bei sämtlichen hier ausgeführten Feuerbüchsschweißungen für den Wegfall der

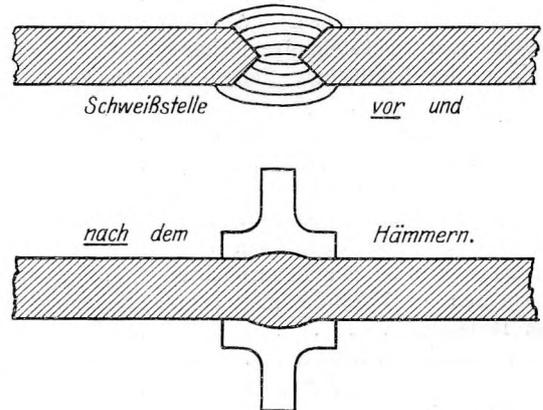


Abb. 7.

Überlappung und der damit erhöhten Steifigkeit absichtlich kein Ersatz durch Einziehen weiterer Stehbolzen geschaffen wurde, weil dadurch die Ausdehnung der Büchse in den Ecken gewährleistet ist. Ich betone das ausdrücklich, weil anderwärts diese Verankerung als notwendige Sicherheitsmaßnahme hervorgehoben wird. Die hier geschweißte Feuerbüchse S 3/6 3633 Bayern (feuerberührte Feuerbüchfläche = 14,6 m², Dampfüberdruck 15 atm), seit 24. III. 24 eingebaut, hat bereits 252 000 km geleistet, ohne daß irgend ein Schaden festzustellen ist.

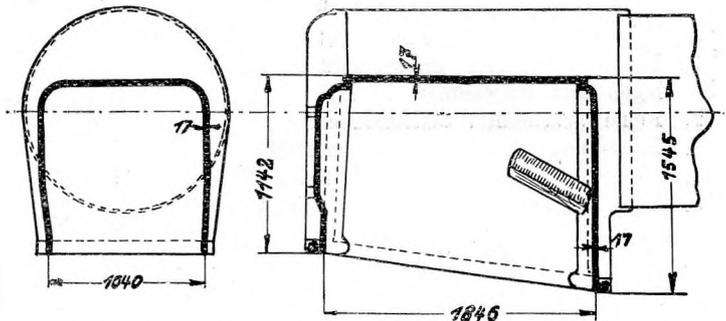


Abb. 8. Kesselskizze der bayerischen D XII Lokomotive.

Die Wirtschaftlichkeit der autogenen Feuerbüchschweißung bei der Herstellung, im Betrieb und in der Unterhaltung.

Zur Frage der Wirtschaftlichkeit bei Herstellung geschweißter Feuerbüchsen diene folgende Zusammenstellung für eine Feuerbüchse einer Lokomotive der Gattung D XII (bay.). (Abb. 8).

Kostenvergleich für den Aufbau einer D XII Feuerbüchse.

(Preise und Löhne vom 17. 9. 26.)

a) genietete Feuerbüchse.

1. Feuerbüchsmantel grade walzen und auflegen zum Anzeichnen	4	Std.
2. 6 Heftlöcher bohren, schräg meißeln zum Hobeln	6	»
3. Feuerbüchrohr- und Türwand auflegen zum Anzeichnen und 6 Heftlöcher bohren . .	3	»
4. Feuerbüchsmantel an den 4 Ecken abschärfen	8,5	»
Zu übertragen:	21,5	»

	Übertrag: . . .	21,5	Std.
5.	Feuerbüchsmantel nach den Wänden biegen	15	»
6.	Feuerbüchrohr- und Türwand in den Mantel heften	8	»
7.	Bodenring über die Büchse legen und anrichten	8	»
8.	Feuerbüchse einheben zum Anzeichnen der Kontrollstehbolzenlöcher	18	»
9.	Feuerbüchse ausheben. Anzeichnen der Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	18	»
10.	Bohren der Nietlöcher, Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	32	»
11.	Auseinandernehmen der Feuerbüchse, Grat nehmen, Nietlöcher versenken	15	»
12.	Schrägmeißeln der Stemmkannten	14	»
13.	Überschüssigen Baustoff an Rohr- und Türwand und Mantel abmeißeln	6	»
14.	Zusammenstellen der Feuerbüchse	10	»
15.	Anrichten der Wände und der 4 Ecken am Bodenring	13	»
16.	Ausreiben der Nietlöcher	6,40	»
17.	Zusammennieten der Feuerbüchse	20,40	»
18.	Stemmen der Nieten innen und außen	20,40	»
19.	Stemmen der Stemmkannten innen und außen	13	»

	Summe	236,70	Std.
237	Stunden zu 1,04 \mathcal{M} =	246,48	\mathcal{M}
	Nieteisen pro Niete 0,320 kg		
	0,320 kg \times 0,20 = 0,064 \mathcal{M} \times 130 Niete =	8,32	»
	Stromverbrauch zum Anwärmen der Niete	4,40	»
	Prefsluftverbrauch	16,90	»
	Kupfer: Mantel mit Überlappung, Rohr- und Türwand = 1003 + 421 + 258 = 1682 kg \times 2,20 \mathcal{M} =	3700,40	»
	Gesamtsumme	3976,50	\mathcal{M}

b) autogen geschweißte Feuerbüchse.

1.	Feuerbüchsmantel grade walzen und auflegen zum Anzeichnen	4	Std.
2.	Feuerbüchsmantel zuschneiden	2	»
3.	Rohr- und Türwand schräg meißeln	8	»
4.	Feuerbüchsmantel biegen nach den Wänden des Bodenringes	15	»
5.	Feuerbüchse zusammenstellen mit Auflegen des Bodenringes	6	»
6.	Feuerbüchse schweißen	95	»
7.	Bodenring an den 4 Ecken an der Feuerbüchse anrichten	7	»
8.	Feuerbüchse einheben zum Anzeichnen der Kontrollstehbolzenlöcher	18	»
9.	Feuerbüchse ausheben, Anzeichnen der Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	15	»
10.	Bohren der Seiten- und Deckstehbolzenlöcher	20	»
11.	Grat nehmen an den Löchern	2	»

	Summe	192	Std.
192	Stunden zu 1,04 \mathcal{M} =	199,68	\mathcal{M}
	Canzlerdraht 19 kg zu 5,10 \mathcal{M} =	96,90	»
	Canzlerpaste 1 kg =	5,90	»
	Sauerstoff 42 cbm zu 0,57 \mathcal{M} =	23,94	»
	Karbid 127 kg zu 0,23 \mathcal{M} =	29,21	»
	Kupfer: Mantel ohne Überlappung, Rohr und Türwand = 921 + 416 + 253 = 1590 kg \times 2,20 \mathcal{M} =	3498,00	»
	Gesamtsumme	3853,23	\mathcal{M}

Ersparnis:

an Gesamtaufwand 3976,50 — 3853,23 = 123,27 \mathcal{M} , an Arbeitszeit 237 — 192 = 45 Stunden, das ist $\frac{45}{237} \cdot 100 = 19$ v. H.

Zu diesem Vorteil kommen noch die wesentlichen Vorteile im Betrieb und Unterhaltung.

Der Ein- und Ausbau geschweißter Feuerbüchsen ist leichter vorzunehmen, da die manchmal Schwierigkeiten bereitende Nietnaht wegfällt, an den Schweißstellen ist der Wärmeübergang günstiger, da nur eine Wand vorhanden ist, das Abbrennen der Stemmkannten und Nietköpfe, das bei der genieteten Feuerbüchse stets eintritt, ist bei Schweißung unmöglich. Undichtheiten können, da keine Nietung vorhanden, bei richtig ausgeführten Schweißungen, nicht mehr vorkommen. Die Lebensdauer der geschweißten Feuerbüchse wird ohne Zweifel höher sein, weil die Nachteile der Nietverbindung in Wegfall kommen.

Besonders diese letzt angeführten Gründe sprechen für die Einführung und Zweckmäßigkeit der geschweißten Feuerbüchse.

Bewahrung der geschweißten Feuerbüchsen, Güte und Prüfung der Schweißung.

Dafs sich die autogene Kupferschweißung für alle Größen und Arten der Feuerbüchse eignet, mag aus folgender Zusammenstellung der bis jetzt im Eisenbahnausbesserungswerk München geschweißten Büchsen entnommen werden:

Zusammenstellung.

Lokomotivbezeichnung	Gattung	Dampfdruck at	Breite Länge		Gesamt-qm (feuerbetührt)	Im Betrieb seit	Bisherige Kilometerleistung
			der m	Feuerbüchse m			
D XII 2277	Pz Tenderlokomotive)	12	1,85	1,10	8,37	8. 5. 23	96 000
G 3/4 7037	Gz	13	1,85	1,43	10,06	7. 8. 23	120 500
G 3/4 7027	Gz	13	1,85	1,43	10,06	23. 8. 23	108 000
G 3/4 7030	Gz	13	1,85	1,43	10,06	24. 9. 23	96 000
S 3/6 3633	Sz	15	2,12	2,13	14,62	24. 3. 24	252 000
S 3/6 3633	Sz	15	2,12	2,13	14,62	31. 5. 24	213 000
P 3/6 3810	Pz	15	2,45	1,18	11,64	13. 8. 25	67 300
S 3/5 3312	Sz	14	3,0	1,28	14,5	26. 10. 25	54 000
D VIII 1905	Lokalbahn	12	1,63	1,05	6,3	12. 12. 25	14 000

Das ist nur eine Auswahl der bisher im EAW München vollständig geschweißten Lokomotiv-Feuerbüchsen, aus welchen ersehen werden möge, dafs die Versuche auf breitester Grundlage durchgeführt werden. Die bisherigen Ergebnisse sind sehr befriedigend, denn sämtliche geschweißten Feuerbüchsen haben sich nach eigenen Feststellungen und nach dem Gutachten des Betriebes vollkommen bewährt. Die Feuerbüchsen sind durchweg noch sehr gut erhalten. Die Schweißnähte weisen noch nicht die geringsten Undichtheiten wie Risse oder poröse Stellen auf. Ferner haben sich bei den geschweißten Feuerbüchsen noch keinerlei Formveränderungen, wie Stehbolzenbrüche in unmittelbarer Nähe der Schweißnaht oder sonstige nachteilige Einflüsse gezeigt.

Die Beurteilung der Güte einer Kupferschweißung auf Grund der Beobachtung des Schweißvorganges selbst und des Aussehens der fertigen Schweißstelle allein, würde zu Trugschlüssen Veranlassung geben. Es ist deshalb nötig, gesonderte Schweißproben herzustellen. Diese Proben werden unter möglichst gleichen Verhältnissen, wie die Originalschweißung, gefertigt und auf Grund der Ergebnisse der Zerreißversuche, der Biegeprobe und Prüfung des Gefüges (polierter Schliff und geätzter Schliff) wird auf die Qualität der Schweißung an der Feuerbüchse geschlossen. Die Güte der Feuerbüchschweißung selbst wird bei der Wasser- und Dampfdruckprobe des Kessels nochmals scharf geprüft. Die dauernde Beobachtung der ge-

schweißten Feuerbüchse im Betriebe darf nicht vernachlässigt werden.

Welche hohe Festigkeitswerte bei guten Schweißungen zu erreichen sind, mag aus folgender Zusammenstellung entnommen werden:

Zerreißproben von autogen geschweißten
Kupferstäben.

Probe Nr. 1.

Bruchbelastung	16350 kg
Zugfestigkeit	21,31 kg/qmm
Dehnung in v. H.	34,00

Bemerkung: Bruch erfolgte an der Schweißstelle und zeigt Schlackeneinschlüsse.

Probe Nr. 2.

Bruchbelastung	15615 kg
Zugfestigkeit	21,23 kg/qmm
Dehnung in v. H.	37,33

Bemerkung: Bruch erfolgte 30 mm neben der Schweißstelle. Bruch ohne Fehler.

Probe Nr. 3.

Bruchbelastung	16110 kg
Zugfestigkeit	22,04 kg/qmm
Dehnung in v. H.	38,66

Bemerkung: Bruch feinkörnig und ohne Fehler.

Probe Nr. 4.

Bruchbelastung	16190 kg
Zugfestigkeit	21,49 kg/qmm
Dehnung in v. H.	39,66

Bemerkung: Bruch erfolgte 70 mm neben der Schweißstelle. Bruch ohne Fehler.

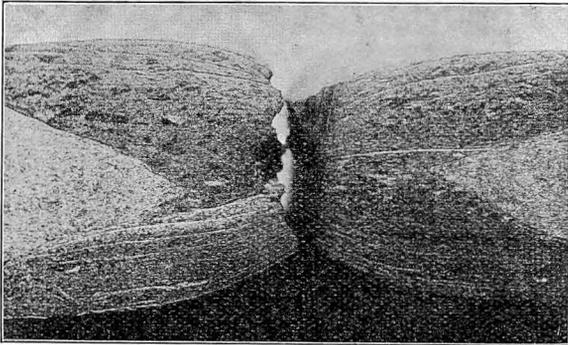


Abb. 9. Zerreißversuch 1 (Vergrößerung der Aufnahme etwa 4fach. Wiedergabe auf $\frac{2}{3}$ verkleinert).

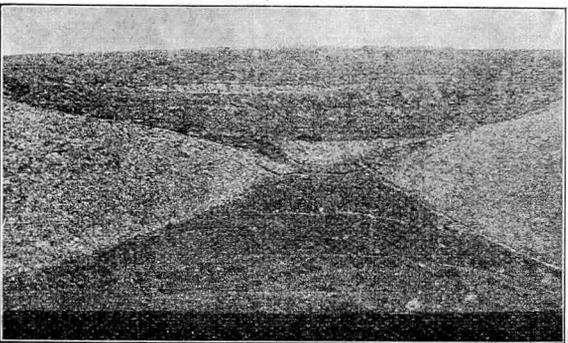


Abb. 10. Zerreißversuch 4 (Vergrößerung der Aufnahme etwa 4fach. Wiedergabe auf $\frac{2}{3}$ verkleinert).

Abb. 9 und 10 sind polierte Schlitze (4fach) der Zerreißproben Nr. 1 und 4.

Auf beiden Bildern ist das Urmaterial deutlich vom Schweißmaterial zu unterscheiden. Probe 1 (Abb. 9) ist an der Schweißstelle gerissen, weil kleine Schlackeneinschlüsse vorhanden waren. Bei Probe 4 (Abb. 10) hielt die Schweißstelle stand. Es ist aber gut zu erkennen, wie infolge der Beanspruchung über die Streckgrenze der Zusammenhang in der Mitte gestört wurde und als Folgeerscheinung auch das Schweißgut sich schichtförmig abzulösen beginnt.

Von Probe 4 ist ferner ein geätztes Schlitfbild beigefügt (Abb. 11 [100fach vergrößert]).

Das Gefüge ist ziemlich gleichmäßig und feinkörnig. Durch Zugkräfte sind die Achsen der Kristalle verschoben wie

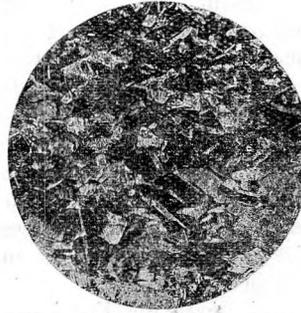


Abb. 11. Geätztes Schlitfbild der Zerreißprobe 4 100fach vergrößert.



Abb. 12. Geätztes Schlitfbild (normal) 150fach vergrößert.

Wiedergabe der beiden Bilder auf etwa die Hälfte verkleinert.

durch Vergleich mit einer nicht auf Zug beanspruchten Kupferprobe Abb. 12 ersehen werden kann.

Dieses Bild zeigt ziemlich normales Gefüge von Kupfer bei 150facher Vergrößerung.

Trotz der bisherigen Erfolge darf nicht übersehen werden, daß die Güte der Schweißung in erster Linie von der Tüchtigkeit und Gewissenhaftigkeit des Schweißers abhängt. Die Arbeit selbst ist für die Beteiligten sehr anstrengend und trotz der Ersparnisse und Vorteile gegenüber dem früheren Verfahren noch umständlich und zeitraubend.

Versuche, den Arbeitsgang zu vereinfachen bzw. zu mechanisieren sind deshalb begreiflich und werden besonders bedeutungsvoll, wenn bedacht wird, daß in den nächsten Jahren Feuerbüchsenwechsel (also Schweißarbeiten) in größerer Zahl vorgenommen werden müssen, da die nach Kriegsende an Stelle der eisernen Büchsen eingebauten Kupferbüchsen zur Auswechslung anfallen werden.

Im EAW München wird zur Zeit ein Brenner erprobt, welcher das Schweißen in der bisherigen Art gestattet und gleichzeitig die Schweißstelle vorwärmt. Es ist um den eigentlichen Schweißbrenner ein Kranz kleiner Anwärmbrenner angeordnet, Schweiß- und Anwärmbrenner sind für sich einstellbar und voneinander in bezug auf Gasgemisch unabhängig. Gleichzeitig wurde versucht, die auf die Länge der Zeit sehr anstrengende kreisförmige Bewegung mit der Hand durch mechanischen Antrieb zu ersetzen.

Falls die Versuche erfolgreich sind, wird das Ergebnis in einem weiteren Aufsatz mitgeteilt werden. Würde der Brenner auf entsprechende Weise längs der Schweißnaht mechanisch geführt, so wäre die Schweißmaschine für Feuerbüchsenverschweißung geschaffen. Ob die Entwicklung in dieser Richtung fortschreitet läßt sich jetzt noch nicht voraussehen.

Die Rohrpostanlage im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte.

Von Abteilungsleiter J. Berens im E. A. W. Schwerte.

Das neu errichtete Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte besitzt neben anderen neuzeitlichen Einrichtungen auch eine Anlage, die bisher in den Eisenbahnausbesserungswerken noch nicht eingeführt war, nämlich eine über das ganze Werk sich erstreckende Rohrpost.

Die Anlage dient zur Beförderung von Geschäftsstücken in einem gemeinsamen Fahrrohr und ist dementsprechend nach dem sogenannten Einrohrsystem mit Luftwechselbetrieb ausgeführt, d. h. zur Beförderung der Rohrpostbüchsen in der einen Richtung wird Druckluft, in der anderen Saugluft benutzt. Ferner ist die Anlage für halbautomatischen Bedarfsbetrieb eingerichtet.

Die Inbetriebsetzung der Anlage geschieht selbsttätig bei Absendung der Büchsen, während die Ausbetriebsetzung auf gleichem Wege nach Ankunft der Büchsen erfolgt. Es besteht somit ein Kraftbedarf nur für die einige Sekunden betragende Beförderungsdauer, wodurch der Stromverbrauch auf das Mindestmaß beschränkt wird.

Die Bedienung der Anlage ist derart einfach, daß sie von jeder Person im Nebenamt ausgeführt werden kann. Es ist nur erforderlich, die Sendekammer mittelst des Schnellverschlusses zu öffnen, die Büchsen einzuladen, die Sendekammer wieder zu verschließen und den Luftschieber zu betätigen.

Die ankommenden Büchsen werden durch die Empfangsapparate auf den Nebenstellen selbsttätig ausgeschleudert und fallen in einen Auffangkorb, der so groß bemessen ist, daß eine ganze Anzahl von Büchsen darin Platz hat (siehe Abb. 1).

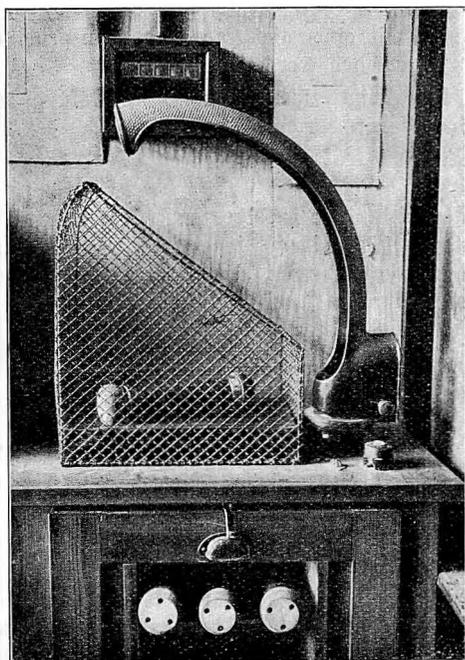


Abb. 1. Nebenstelle der Rohrpost mit Auffangkorb.

Durch die selbsttätige Ausschleudung auf den Nebenstellen wird die Betriebsbereitschaft der Rohrpostanlage vergrößert, so daß sofort nach Ankunft einer abgesandten Büchse weitere Büchsen nachgesandt werden können, ohne daß man zu warten braucht, bis die zuerst abgesandte dem Empfangsapparat entnommen worden ist.

Die Rohrpostanlage besteht aus einer im Mittelpunkt des Werkes gelegenen Hauptstelle (Zentrale, siehe Abb. 2) mit zugehöriger Maschinenanlage und sieben Nebenstellen. Eine weitere Nebenstelle ist zur Zeit noch im Bau begriffen. Die an die Hauptstelle angeschlossenen Nebenstellen — Lokomotiv-

halle, Geräteschuppen, Verwaltungsgebäude, Schmiede, Kesselschmiede, Gießerei, Hauptlager und Pfortnerhaus (siehe Abb. 3) — verkehren über die Hauptstelle untereinander. Bei der Bedienung wird die Verschlussklappe des Einlaufbogens einer Nebenstelle hochgehoben und die Büchse in die Rohröffnung gesteckt. Hierauf wird von Hand ein Druckkontakt betätigt, wodurch auf der Hauptstelle eine grüne Lampe, die sogenannte »Hole-Lampe« zum Leuchten gebracht wird. Auf dieses Zeichen hin hat die Bedienung der Hauptstelle nur nötig, den mit der Bezeichnung »Holen« versehenen Luftschieber zu betätigen, wodurch der der Nebenstelle entsprechende Apparat der Hauptstelle für den Büchsenempfang vermittelt Saugluft eingeschaltet wird. Gleichzeitig wird die Maschinenanlage durch einen Kontakt unter Vermittlung einer Hilfskraft sowie des Selbstanlassers in Bewegung gesetzt. Die roten »Fahrt- oder Besetztlampen« leuchten auf, ferner bleibt der Luftschieber durch eine elektromagnetische Festhaltevorrückung in seiner Arbeitsstellung stehen. Vor der eingeladenen Büchse entsteht nun eine Luftverdünnung. Sobald der hinter der Büchse herrschende atmosphärische Überdruck so groß geworden ist, daß er das Gewicht und die Reibung der Büchse im Fahrrohr überwinden kann, wird diese durch die Saugluft zur Hauptstelle gesaugt. Hierselbst betätigt die Büchse beim Eintreffen in der Apparatekammer einen Kontakt, wodurch die elektromagnetische Festhaltevorrückung des Luftschiebers eingeschaltet wird und der Luftschieber selbsttätig in die Ruhestellung zurückgeht. Dabei wird gleichzeitig der

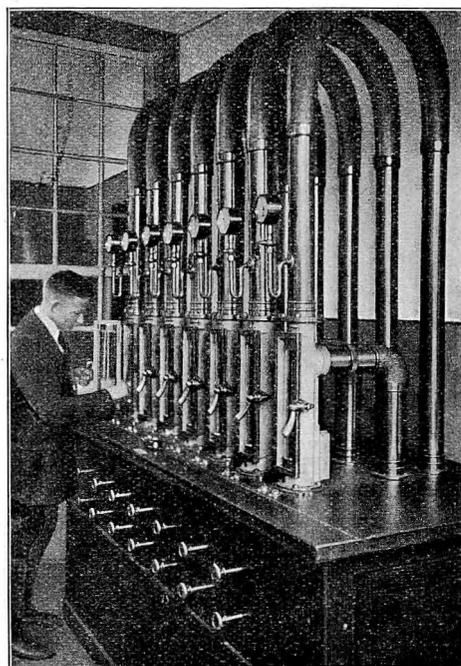


Abb. 2. Hauptstelle der Rohrpostanlage.

Selbstanlasser und der das Gebläse antreibende Motor stillgesetzt, die Lufterzeugung des Gebläses hört somit auf. Die Kammer wird geöffnet und die Büchse herausgenommen. Sofort erlöschen die Signallampen und die Strecke kann nach Schließen der Kammer wieder zur Beförderung benutzt werden.

Die Büchse wird nun in einen Sendepapparat der Hauptstelle eingeladen, wobei wieder die roten »Besetzt-« oder »Fahrtlampen« aufleuchten. Dann wird der mit »Senden« bezeichnete Luftschieber gezogen, die Maschinenanlage setzt sich in Betrieb und befördert die Büchse vermittelt Druckluft nach der Nebenstelle. Dort tritt sie ebenso selbsttätig aus dem Empfangsapparat

heraus, nachdem sie vorher durch einen Kontakt die Anlage wieder zum Stillstand und die Lampen zum Erlöschen gebracht hat.

Da die Einschaltung der Maschinenanlage nur von der Hauptstelle und von Hand durch Betätigung der Luftschieber erfolgt, ist eine vollkommene Betriebssicherheit gewährleistet, so daß durch Nichtbeachtung der Lampensignale seitens der Nebenstellen Zusammenstöße der Büchsen oder andere Übelstände nicht auftreten können.

Besonders ist noch zu erwähnen, daß für die langen Strecken bei den Apparaten auf der Hauptstelle je ein Manometer angeschlossen ist, durch welches der jeweilige Betriebszustand im Fahrrohr beim Befördern von Büchsen zu ersehen ist. Gleichzeitig wird dadurch der ordnungsmäßige Zustand des Gebläses kontrolliert.

Zur Erzeugung der Saug- bzw. Druckluft ist in unmittelbarer Nähe der Hauptstelle (Zentrale) eine Maschinenanlage aufgestellt. Das Gebläse der Maschinenanlage ist ein rotierendes Hochdruckgebläse und besonders für Rohrpostanlagen eingerichtet.

Die Rohrpost wird zum Versand aller Geschäftsstücke benutzt, die in die Büchsen, deren lichter Durchmesser 75 mm beträgt, hineingehen, also aller Geschäftsstücke mit Ausnahme von Büchern mit festem Einband, sowie von umfangreichen Geschäftsstücken, wie z. B. Akten. Die Versendung aller Stücke erfolgt durch besondere Rohrpostmappen. Auf diesen Mappen wird der Empfänger in Wegweiserform vermerkt. Die die Empfangsstelle bedienende Kraft nimmt die Mappe aus der Büchse und gibt die darin enthaltenen Stücke ohne Einsichtnahme in diese selbst an den auf der Mappe bezeichneten Empfänger weiter. Jede Empfangsstelle hat eine bestimmte Nummer, auf die die Büchse bei Absendung eingestellt wird. Die Hauptstelle oder Zentrale befördert jede Büchse nach der durch diese Nummer bezeichneten Endstelle weiter.

Durch die Anlage wird erreicht, daß die vielen Gänge, die erfahrungsgemäß zum Herumbringen der Geschäftssachen von einer Geschäftsstelle zur anderen in einem Werke zu machen sind, auf ein Mindestmaß beschränkt werden können. Es

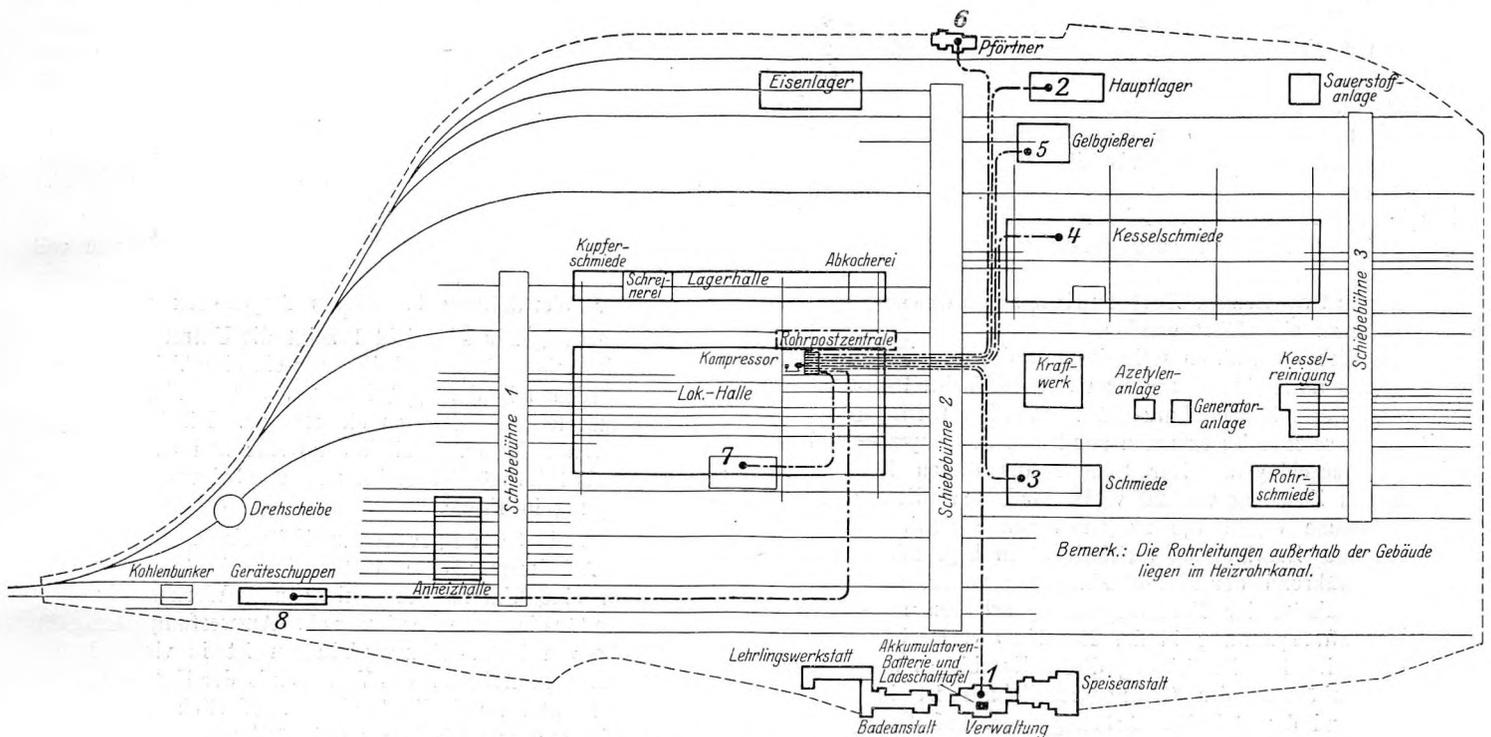


Abb. 3. Lageplan des E. A. W. Schwerte mit Darstellung des Rohrlaufes der Rohrpost.

Es hat zwei im Innern eines Gehäuses mit gleicher Umdrehungszahl in entgegengesetzter Richtung rotierende Kolben; der untere, auf dessen Welle der Antrieb erfolgt, ist der Arbeitskolben, der obere, von der unteren Welle mit gleichen Zahnrädern angetrieben, ist der Steuerkolben. Der erstere saugt auf der einen Seite die Luft an und drückt sie auf der anderen weg. Das Gebläse arbeitet in beiden Drehrichtungen mit gleichem Wirkungsgrad. Es wird durch einen Elektromotor angetrieben.

Zur Abkühlung der Druckluft und zur Ausscheidung der Feuchtigkeit sind für die zum Teil im Erdreich verlegten Förderrohre Kühlvorrichtungen, bestehend aus einer im Erdboden verlegten Rohrschlange nebst Wasserabscheider vorhanden. Um das Gebläse gegen Eindringen von Staub, Sand und sonstigen Fremdkörpern zu schützen, ist auf der Saugseite ein Filter eingebaut.

Die Bedienung der Rohrpostanlage erfolgt auf allen Stellen, auch auf der Hauptstelle nebenamtlich; sie erfordert auf der Hauptstelle, über die alle Stücke laufen, naturgemäß die meiste Zeit. Diese Inanspruchnahme der die Hauptstelle bedienenden Schreibkraft ist jedoch so gering, daß sie kaum in Anschlag gebracht werden kann.

werden hier zwei Boten durch die Rohrpost gespart, die jährlich 5 350,00 M Kosten verursachen würden.

Die Rohrpost, die eine Gesamtröhrlänge von 3 200 m hat, kostete 20 000,00 M. Diese erfordern

an Verzinsung 7 0/10	= 1 400,00 M
an Tilgung 5 0/10	= 1 000,00 »
an Betriebskosten (Strom, Schmiermaterial usw.) jährlich	= 250,00 »
an Unterhaltungskosten jährlich	= 70,00 »

zusammen: 2 720,00 M

so daß sich für das Werk eine zahlenmäßige jährliche Ersparnis von (5 350,00 — 2 720,00) = 2 630,00 M ergibt.

Diese Ersparnis ist es aber nicht allein, die die Rohrpostanlage für das Werk wertvoll macht. Noch höher als erstere sind die Vorteile anzuschlagen, die sich durch die schnelle Beförderung eiliger Geschäftsstücke ergeben. Diese rasche Beförderung ermöglicht es, eilige Stücke jederzeit sofort zur richtigen Stelle zu schaffen und sie dort ohne jede Verzögerung zu bearbeiten.

Arbeits- und Zeitstudien in Eisenbahnausbesserungswerken.

Von Reichsbahnrat Staufer, München.

Nicht nur als größter Arbeitgeber Deutschlands, sondern auch als einer der ersten hat die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1921 in einem Lohnarbeitsvertrag mit den einschlägigen Arbeitnehmerverbänden an Stelle des vor dem Kriege üblichen »Geld-Akkordes« das wesentlich verbesserte »Zeitgedinge« eingeführt. Damit war eine der wichtigsten Grundlagen für den nachfolgenden Aufschwung zur Wirtschaftlichkeit geschaffen. In weiterem, für die damalige Zeit weit voraussorgenden Fortschrittsbestreben war schon in diesem Lohnabkommen bestimmt, daß die bewilligten Gedingezeiten zunächst durch Schätzung, später aber durch Zeitaufnahmen mittels Stoppuhr festgesetzt werden sollten.

Nach gründlicher Erprobung in mehreren Versuchswerken gab die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn im August 1924 eine »Anweisung für die Ausführung von Zeitaufnahmen in Eisenbahnausbesserungswerken« heraus, hielt in den erwähnten »Mutterwerken« gründliche Ausbildungskurse für Zeitaufnehmer ab und begann Ende 1924 in sämtlichen Ausbesserungswerken mit der planmäßigen Durchführung von Zeitaufnahmen. Diese Verwaltungsmaßnahme und die in ihrer Klarheit mustergültige »Anweisung« sind deswegen besonders hoch zu werten, weil damals die bekannten Arbeiten des »Refa« (Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit) noch nicht so weit fortgeschritten waren und somit erstmals in etwa 100 Großbetrieben, den Eisenbahnausbesserungswerken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Zeitstudien nach einheitlichem Verfahren eingeführt wurden.

Da dieses Verfahren teilweise von der Begriffsbestimmung des »Refa« abweicht — nicht zu seinem Nachteil —, so sollen die wesentlichen Begriffe kurz erläutert werden*). Die Fertigungszeit selbst setzt sich zusammen aus Rüstzeit, Hauptzeit und den Verlustzeitzuschlägen. Zur Summe aus diesen Zeitbeträgen kommt ein Zuschlag von 20 v. H. für Überverdienst; die gesamte Summe ergibt die zu bewilligende Gedingezeit. Der letztgenannte Zuschlag ist tariflich darin begründet, daß der Arbeiter während der Zeitaufnahme mit voller, aber dauernd gut durchzuhaltender Kraftanspannung arbeiten muß und bei dieser Kraftanspannung in der Regel 20 v. H. Überverdienst erzielen soll. Die Beseitigung dieses Zuschlages unter gleichzeitiger Erhöhung des Gedingegrundlohnes ist in Fachzeitschriften und den ADB = (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure) Ausschüssen zeitweise lebhaft erörtert worden**). Für seine Beibehaltung sprechen gewichtige psychologische Gründe.

Rüstzeit ist die Summe derjenigen Teilarbeitszeiten, die, unabhängig von der Stückzahl, nur einmal aufgewendet werden muß für Zu-, Um- und Abrüsten der Werkzeugmaschine und des Arbeitsplatzes. Hauptzeit ist die Summe aller Teilarbeitszeiten, die zur Arbeitsausführung am Werkstück aufgewendet werden müssen und zwar so oft, wie Werkstücke bearbeitet werden müssen. Sie setzt sich zusammen aus Maschinen- und Handzeiten. Bei letzteren erfolgt die Arbeitsausführung durch den Arbeiter oder unter seiner Mitwirkung; die Zeitdauer hängt also von seiner Geschicklichkeit und seinem Fleiße ab. Bei ersteren dagegen wird die Arbeit von der Arbeitsmaschine ausgeführt, ihre Zeitdauer ist nur von der Schaltung der Maschine abhängig; der Arbeiter beaufsichtigt dabei die Maschine; Handgriffe von kürzerer Dauer als die von der Maschine bestimmte Maschinen-

zeit, also »Handzeiten, die in die Maschinenzeit hineinfallen«, vollführt er nebenbei, ohne daß sie mit der Stoppuhr festgestellt und eigens bezahlt werden. Dazu zählt beispielsweise: Vorbereiten des nächsten Werkstückes oder Werkzeuges zum Einspannen, Messen, Späne wegräumen. Der Begriff der »Nebenzeiten« ist im Zeitstudienverfahren der Reichsbahn nicht eingeführt.

Der Verlustzeitzuschlag V_1 setzt sich zusammen aus sächlichen und persönlichen Verlustzeiten, deren Begriffe vom »Refa« genau so bestimmt werden und daher allgemein bekannt sind. Dieser Zuschlag wird nicht bei der eigentlichen Zeitaufnahme festgelegt, sondern durch besondere, mehrtägige Verlustzeitaufnahmen für jeden einzelnen Werkbetrieb ermittelt. Bei der eigentlichen Zeitaufnahme eines Arbeitsganges werden zwar auch die dabei beobachteten Verlustzeiten abgestoppt und ihr Vomhundertteil an der reinen Arbeitszeit errechnet. Als Zufallswert dient diese Eintragung jedoch nicht zur Auswertung der Zeitaufnahme selbst, sondern nur statistischen Interessen; sie kann bei dauernden, größeren Abweichungen vom Regelwert zu einer Nachprüfung der eigentlichen Verlustzeitaufnahme Anlaß geben. Außer diesem allgemeinen Verlustzeitzuschlag V_1 jedes Werkbetriebes können bei einzelnen Arbeitsgängen besondere Verlustzeiten V_2 und V_3 bei der Rüstzeit bzw. bei der Hauptzeit auftreten; sie werden bei der eigentlichen Zeitaufnahme ermittelt und voll vergütet. Auf die Beseitigung solcher besonderer Verlustzeiten ist von der Werkleitung besonderes Augenmerk zu richten.

Die nachfolgende Übersicht 1 zeigt die Unterteilung einer Fertigung in Arbeitsgänge und dieser in einzelne Teilarbeiten*). Letztere werden mit der $\frac{1}{100}$ Minuten anzeigenden Stoppuhr gemessen und in den Zeitbogen eingetragen. Die Messung der noch kleineren Zeiteile, nämlich der Griffe und Griffelemente, ist nur mittels Film möglich und kommt nur bei ausgesprochener Massenfertigung in Frage.

Auf Grund des ausgewerteten Zeitaufnahmebogens wird für jeden Arbeitsgang eine Unterweisungskarte und, wenn nötig, auch eine Unterweisungsskizze und Werkzeugliste erstellt, ferner für die ganze Fertigung ein »Auswertungsauszug«*). Die Beigabe von Unterweisungsskizzen ist in vielen Fällen wertvoll, um dem Arbeiter das Verständnis der Unterweisungskarte zu erleichtern, unbedingt aber erforderlich für die zum Gebrauch in anderen Werken vervielfältigten Unterweisungskarten. Mit den Wortangaben einer Unterweisungskarte läßt sich schwerlich der Arbeitsgang so gut und deutlich erklären wie mit den wenigen Bildern der Unterweisungsskizze in Abb. 1. Der dargestellte Bordring für Leitungsrohre ist noch nicht genormt, wird also nur in kleineren Stückzahlen benötigt und kommt daher vorläufig für die sonst selbstverständlich gebotene Herstellung auf automatischen Revolverbänken oder für den Ankauf noch nicht in Frage. Seine Herstellung in kleineren Reihen (30 bis 50 Stück) wird durch die Verwendung des gezeichneten, sehr einfach herzustellenden Stahlhalters ganz erheblich verbilligt, weil das Wechseln der Drehstähle während des Arbeitsganges und das sonst öfters notwendige Messen entfällt.

Für jede Zeitaufnahme ist eine Arbeitsuntersuchung anzustellen, deren Notwendigkeit und Bedeutung nicht genug betont werden kann. Die im späteren dargestellten, ganz erheblichen Ersparnisse an jährlichen Lohnstunden sind fast durchwegs auf technische oder organisatorische Verbesserungen der Arbeitsgänge zurückzuführen. Arbeitsstudien und

*) Ausführliches siehe in der genannten »Anweisung«, ferner in »Lüders, Zeitaufnahmen in Eisenbahnwerken«, Verlag H. A. Pitz, Berlin.

***) Hegener, Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten, Verlag Springer, Berlin.

*) Ausführliches siehe in der genannten »Anweisung«, ferner in »Lüders, Zeitaufnahmen in Eisenbahnwerken«, Verlag H. A. Pitz, Berlin.

Übersicht 1 für Fertigung: Bordring für Luftbremsleitung an Lokomotiven.

Werkstoff: Flußeisenrohre.

1. Arbeitsgang: Abstechen.			2. Arbeitsgang: Ausbohren.			3. Arbeitsgang: Aufsen drehen.			Griffe zu 3/2		
Teilarbeiten			Teilarbeiten			Teilarbeiten					
1	Auftrag empfangen	R	1	Auftrag empfangen	R	1	Auftrag empfangen	R	1	Dreibackenfutter abnehmen	H
2	Maschine einrichten	R	2	Maschine einrichten	R	2	Maschine einrichten	R	2	Dorn einstecken	H
3	Rohr aufnehmen	R	3	Werkstück einspannen	H _H	3	Werkstück auf Dorn bringen	H _H	3	Stufe wechseln	H
4	Stähle einspannen und einstellen	R	4	Vorschub einstellen	R	4	Stähle einspannen	R	4	Vorschub wechseln	H
5	Abstechen	H _H	5	Bohrstähle einspannen	R	5	Ansetzen	R			
6	Stähle zurückschalten	H _H	6	Stahl ansetzen	R	6	Messen	R			
7	Rohr ausspannen, nachschieben	H _H	7	Ausbohren	H _H	7	Drehen 1. Seite ein Schnitt	H _H	Griffe zu 3/13		
8	Werkstück weglegen	H _H	8	Nachprüfen	H _H	8	Support einstellen zum Drehen der 2. Seite	H _H	1	Dorn aus der Spindel	H
9	Maschine abrüsten	R	9	Werkstück ausspannen	H _H	9	Drehen 1. Seite	H _H	2	Dreibackenfutter aufschrauben	H
10	Auftrag zurückgeben	R	10	Maschine abrüsten	R	10	Drehen 2. Seite	H _H	3	Support in Mitte Reit- und Spindelstock kurbeln	H
			11	Auftrag zurück	R	11	Werkstück vom Dorn lösen	H _H	4	Drehbank von Spänen säubern	H
						12	Werkstück weglegen	H _H	5	Werkzeug abliefern	H
						13	Maschine abrüsten	R			
						14	Auftrag zurück	R			

Selbstkostenermittlung bilden die besten Hilfsmittel wissenschaftlicher Betriebsführung; sie werfen hellstes Licht auf viele Verlustquellen, viele Mängel, an denen man sonst blind vorüber gehen würde, melden zahlenmäßig die Auswirkung dieser und jener Maßnahme oder Unterlassung, geben die Richtpunkte für die Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen mannigfachster Art.

Die Voruntersuchung erstreckt sich auf folgende Hauptpunkte:

a) Arbeitsvorbereitung, das ist rechtzeitige Bereitstellung von geeigneten Werkstoffen, Werkstücken und Arbeitshilfsmitteln, wie Werkzeugen, Vorrichtungen, Meßgeräten, Zeichnungen; Förderwesen.

b) Zweckmäßige Reihenfolge der Arbeitsgänge und Teilarbeiten: Festlegung der ersten Arbeitsfläche zwecks sicherer Einspannung bei den folgenden Bearbeitungen; Bestimmung notwendiger Zwischenprüfungen unter Voraussetzung derjenigen Arbeitsgänge, bei denen am häufigsten Ausschuss entsteht oder erkennbar wird; Wahl des jeweils wirtschaftlichsten Verfahrens: Werkstück eingespannt lassen und Werkzeuge wechseln für Bearbeitung einer anderen Fläche oder Werkzeug eingespannt lassen und Werkstücke wechseln zur Bearbeitung an der gleichen Fläche; Einteilung der Arbeitsgänge mit Rücksicht auf kurze Anschlussfristen anderer Arbeitsgänge. Man muß z. B. in der Stangenwerkstätte das Ausschleifen der Ausschnitte in den Treib- und Kuppelstangenköpfen vornehmen, bevor die Stangen selbst durch Schleifscheibe oder Schmirgelwalze blank gemacht werden, damit die Mafse für die Fertigbearbeitung der Stangenlager und Stellkeile möglichst früh genommen werden können und letztere gleichzeitig mit der Fertigstellung der Stangen bereits einbaufertig zufließen können.

c) Zustand der Maschinen und Werkzeuge: Leichter Lauf, genaues Arbeiten, volle Leistungsfähigkeit, richtige Wahl und Schaltung der Werkzeugmaschinen; zweckmäßige und gute Werkzeuge und Vorrichtungen.

d) Zustand der Werkstücke: Prüfung der Bearbeitungszugaben von Gießerei und Schmiede, Zurückweisung schlecht vorgeprüfter Stücke; Härteprüfung mittels Feile oder Schlaghärteprüfer ist notwendig, um gegebenenfalls spätere Klagen

über härtere Werkstücke und daraus gestellte Forderungen auf Nachtragsgedinge auf ihre Richtigkeit nachprüfen zu können.

e) Schutzvorrichtungen, Schaffung möglicher Erleichterung für den Arbeiter. Die Erhaltung der Gesundheit und Arbeitskraft der Arbeitnehmer muß oberster Gesetz sein; das Streben nach höchster Wirtschaftlichkeit des Betriebe findet in dieser Sorge für den Arbeitnehmer nichts

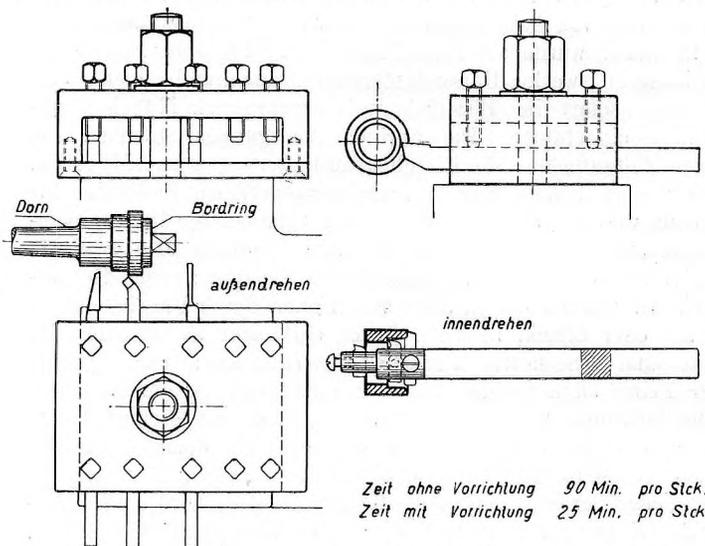
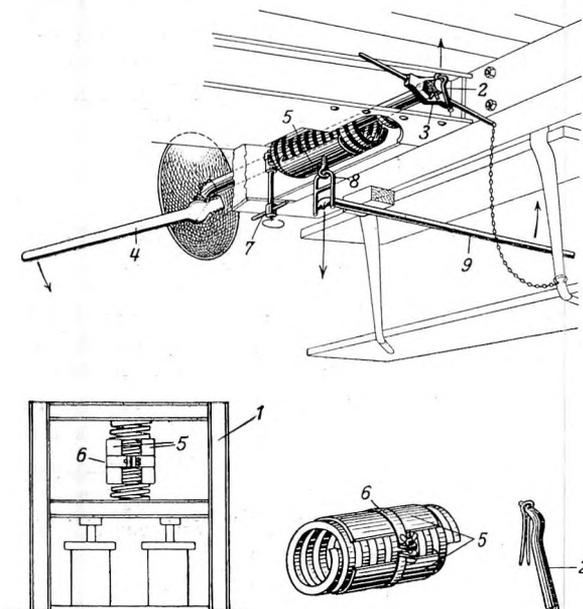


Abb. 1. Stahlhalter für Innen- und Aufsendrehen der Bordringe.

Gegensätzliches, sondern eines der erspriesslichsten Mittel zur Hebung der Leistung; daher keine Zeitaufnahme ohne peinlichste Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften! Hierin kann nie zu viel, wohl aber zu wenig getan werden. Für die notwendigen Schutzvorrichtungen an Zahnrädern, raschlaufenden Riemen, Schleifscheiben, besonders aber an Holzbearbeitungsmaschinen, muß der Zeitaufnehmer, falls er sie nicht antreffen sollte, unter allen Umständen vor Durchführung der Zeitaufnahme Sorge tragen. Die über jede Zeitaufnahme zu fertigende Niederschrift enthält Angaben über Licht und Lüftung des Arbeitsplatzes, Schutz vor Feuer-

ausstrahlung sowie schädlichen Dämpfen, Gasen und Strahlen, z. B. bei Koksöfen oder Schweißungen, Schutz vor Zugluft; über die Möglichkeit sitzender Arbeit, über die Verbesserung von Arbeitsgerüsten, über die Verbesserung von Schutzvorrichtungen.



1 Druckluftpresse, 2 Splintzieher, 3 Spezialschlüssel, 4 Kettzange, 5 Federklammer, 6 Sicherungs-Stahlband, 7 offener Steckschlüssel, 8 Bügelschraube, 9 Hebeisen.

Abb. 2. Puffer ab- und anbauen.

Abb. 2, Ab- und Anbau von Ausgleichpuffern an D-Zugwagen, ist ein Musterbeispiel von Kleinarbeit für die Erleichterung von Arbeitsgängen. Der unter anderem dargestellte Splintzieher wurde aus einer Unterweisungskarte des Eisenbahnausbesserungswerkes Kaiserslautern entnommen und wegen seiner Vorzüge sofort im Eisenbahnausbesserungswerk München allgemein eingeführt. Die übrigen Anregungen stammen von einem Zeitaufnehmer des Eisenbahnausbesserungswerkes München. Die Federn können nur in zusammengepresstem Zustande eingebaut werden; an Stelle der früher verwendeten Handspindel- presse steht heute eine einfache Druckluftpresse. Die gepresste Feder wird durch zwei Federklammern gehalten; gegen Herauspringen wurden diesen Klammern früher durch Umwickeln mit Draht oder Strick, nunmehr durch ein leicht zu befestigendes Stahlband gesichert. Um die Federklammern nach Einbau der Feder ohne Gefahr wieder herausziehen zu können, wird eine Schraube mit Bügel in die Klammer eingeschraubt und in den Bügel ein Hebeisen eingedrückt; damit kann der Arbeiter, seitlich stehend, ohne Gefährdung die Klammer aus der Feder herausziehen. Auf die Puffermutter wird ein Sonder- schlüssel gesteckt, der sich gegen das Wagenuntergestell legt. Es kann daher ein Mann allein mittels der Kettzange den Puffer lösen, ohne daß eine Beihilfe zum Gegenhalten an der Puffermutter erforderlich ist.

Die Beseitigung der bei der Arbeitsuntersuchung fest- gestellten Mängel, die Durchführung der beantragten Ver- besserungen beansprucht häufig Monate, bis die Zeitauf- nahme selbst vorgenommen werden kann; denn Zeitaufnahmen auf nicht einwandfreiem Arbeitsverfahren haben wenig Zweck und Erfolg; sie sind nur im Notfalle, bei Streitigkeiten zwischen Arbeiter und Zeitschätzer als »Notzeitaufnahme« an- zustellen.

Die Bedienung der Uhren, die Eintragungen in den Be- obachtungsbogen sind in der »Anweisung« genau erläutert. Der Zeitaufnehmer steht am besten seitlich hinter dem Arbeiter,

damit dieser nicht von seiner Tätigkeit abgelenkt wird, und zwar so, daß Zeitbogen und Stoppuhr einerseits, Hände des Arbeiters andererseits möglichst in einer senkrechten Ebene vor ihm liegen; die Beobachtung wird dadurch erleichtert. Unterweisungen an den Arbeiter sind stets ruhig zu geben; bei Abweichungen von der bisherigen Arbeitsweise muß man den Arbeiter sich erst wieder gut einarbeiten lassen, bevor die Zeitaufnahme fortgesetzt wird.

Jede Mithilfe des Zeitaufnehmers, und wäre es nur beim Aufheben eines Werkstückes oder Bereitlegen eines Werkzeuges ist verboten, weil diese Mithilfe später dem Arbeiter fehlt und somit falsche Gedingezeiten ermittelt würden. Die Anwesenheit des Fachmeisters ist unbedingt erforderlich, außer es entstammt der Zeitaufnehmer dem be- treffenden Werkbetrieb selbst und ist mit der Arbeitsweise sehr gut vertraut. Der Arbeiter könnte sonst eine andere, unwirt- schaftlichere Arbeitsweise anwenden, als sie gewöhnlich ange- wendet wird, und der Meister könnte hinterher einwenden, daß gewöhnlich anders, wirtschaftlicher gearbeitet wird. Die Zuziehung des Arbeitsprüfers bei oder nach der Aufnahme ist vorteilhaft, besonders bei Arbeiten, deren Güte nicht durch Messen festgelegt werden kann, wie Spachteln, Schleifen, Lackieren, Reinigen, Sattlerarbeit und ähnlichen.

Sind mehrere Arbeiter bei einem Arbeitsgange unbedingt erforderlich, dann sind ebensoviele Zeitaufnehmer als Arbeiter einzuteilen. Kommt es dagegen bei einem Arbeitsgang nur hauptsächlich auf die Tätigkeit eines einzigen Arbeiters an (Vorarbeiters), während die übrigen dabei nur Helferdienste leisten, wie bei Schmiedearbeiten z. B., dann wird nur der Vorarbeiter aufgenommen und die Tätigkeit der Helfer bei der Auswertung des Zeitbogens berücksichtigt. Die Zeit für die betreffenden Teilarbeiten wird mit der Zahl der daran beteiligten Leute vervielfacht.

Die Arbeitsausführung mit »normaler« Kraftanspannung genügt nicht; es muß vielmehr während der Zeitaufnahme mit »voller«, aber ständig gut durchzuhaltender Kraftanspannung gearbeitet werden. Dafür werden, wie erwähnt, 20% Über- verdienstzuschlag gegeben, der sich auch auf Maschinenzeiten und Verlustzeiten ausdehnt. Bei ermüdenden Arbeiten, wie sie namentlich in der Kesselschmiede und Feuerschmiede vor- kommen, ist die Zeitaufnahme über möglichst lange Zeit, in besonders schwierigen Fällen über einen ganzen Tag auszu- dehnen.

Nicht selten werden absichtliche Verzögerungen der Arbeit und trotzdem Vortäuschung einer anstrengenden, fleißigen Tätigkeit versucht, besonders wenn der Zeitaufnehmer noch nicht dafür bekannt ist, daß er sich nicht täuschen läßt. Dreher versuchen z. B. gerne, beim Einspannen und Ausrichten der Werkstücke und Werkzeuge die Handzeiten künstlich in die Länge zu ziehen, mitunter bis zum fünffachen der normalen Zeit; Stähle werden häufiger geschliffen, als notwendig wäre und meist dann, wenn bereits andere am Schleifstein stehen; der Support wird viel weiter zurückgekurbelt als jeweils nötig, Stähle werden ungünstig angestellt, unnötige Messungen vor- genommen. Ein erfahrener Dreher als Zeitaufnehmer läßt sich jedoch, wenn er bereits mehrere Zeitaufnahmen hinter sich hat und damit einige Vergleichswerte besitzt, kaum mehr täuschen; außerdem geben die »Kalkulationsblätter« *) des »Refa« (Reichs- ausschufs für Arbeitszeitermittlung) eine Fülle von sehr guten Vergleichswerten. Das Zustellen der Schleifscheibe und die Einstellung auf die Schleiflänge wird langsamer und vorsich- tiger vorgenommen als notwendig; Fräser verzögern mit Vor- liebe das Ausrichten des Werkstückes. Ein Kniff des Schlossers ist das Arbeiten mit einer Feile, deren obere Seite gut ist, während die untere Seite stumpf gemacht wurde, so daß trotz

*) Beuth-Verlag, Berlin.

großem Kraftaufwand kein merkbarer Fortschritt der Arbeit zu sehen ist. Beim Nieten mit Preßlufthämmern wird gerne während der Zeitaufnahme die Luftzufuhr, die ein abzugartiger Griff oder ein Druckhebel betätigt, nur halb geöffnet. Am meisten Gelegenheit, die Arbeit zu verzögern, haben die Feuerschmiede. Hier ist besonders auf richtiges Verhältnis zwischen Feuer- und Hammerbelastung zu achten und auch auf die Lage des Stahles im Feuer oder Schmiedeofen ein Augenmerk zu richten. In einem Falle konnte aber auch das Gegenteil beobachtet werden. Der aufgenommene Dreher arbeitete mit großem Eifer und einer Kraftanspannung, die er unmöglich dauernd hätte durchhalten können, nur aus dem Grunde, die unangenehme Beobachtung möglichst bald los zu werden.

Die Mitwirkung eines Mitgliedes der Betriebsvertretung oder eines von der Betriebsvertretung bestimmten fachkundigen Vertrauensmannes ist bei der Zeitaufnahme selbst notwendig. Seine Unterschrift auf dem Aufnahmebogen besagt: Der Arbeitsgang ist ordnungsgemäß vor sich gegangen, der Arbeiter hat mit voller, aber nicht übermäßiger Kraftanspannung gearbeitet, die Unfallverhütungsvorschriften sind voll beobachtet, alle Maßnahmen zum Schutze des Arbeiters vollständig getroffen worden. Die Unterschrift des Betriebsratsmitgliedes auf dem Beobachtungsbogen ist am besten sogleich nach Beendigung der Zeitaufnahme zu betätigen, wenn der Eindruck über die Kraftanspannung des Arbeiters und die übrigen Vorgänge während der Zeitaufnahme noch frisch ist.

Die Maschinenzeiten können und dürfen auch errechnet werden. Auf errechnete Maschinenzeiten ist nach der »Anweisung« ein Zuschlag für Riemenschlupf zu geben, auf beobachtete Maschinenzeiten dagegen nicht. Dieser Zuschlag ist in den einzelnen Werken verschieden, je nach den Schwankungen der Transmissions-Drehzahlen. Hat man die Drehzahlen einer Drehbank bei Leerlauf der Bank ermittelt, so ist der Zuschlag für Riemenschlupf in der Regel 8%; wurden dagegen die Drehzahlen unter Abbremsung der Bank, also bei Vollast, bestimmt, dann genügt meistens ein Zuschlag von 5%. Zur raschen Ermittlung der Zeiten wurde vom AWF (Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit) eine Maschinenleistungskarte ausgearbeitet, die ein logarithmisches Netz auf ihrer Rückseite trägt, dessen Handhabung ja bekannt ist. Dieses Netz mit seinen Eintragungen der Drehzahl- und Vorschubreihen gestattet aber nur die Ablesung der Maschinenzeit für 10 mm Drehlänge. Ein bedeutend besseres Hilfsmittel ist die von Dipl.-Ing. Kronenberg, Berlin mit Skalen nach den »Refa-Kalkulationsblättern« ausgestattete Bankbestimmungstafel Kronenberg-Staufer*). Sie gibt nämlich außerdem noch einen sofortigen Überblick über den ganzen Maschinenpark und die Eignung der einzelnen Maschinengruppen für die auszuführende Arbeit und gibt ferner ohne anderes Hilfsmittel die geeigneten Schnittgeschwindigkeiten, also Drehzahlstufen, und die zweckmäßigen Vorschübe an.

Die durch die Schriften und Vorträge Hipplers**) erstmals in weitere Kreise gedrungene Erkenntnis von der Bedeutung des Spanquerschnittes für die wirtschaftliche Ausnützung der Drehbänke ist in allen Fällen richtig. Anders lautende Urteile beruhen auf irrigen Auslegungen. Möglichst genaues Gießen, Schmieden, Pressen, Walzen oder Ziehen, so genau als es wirtschaftlich möglich ist, bleibt selbstverständlich Endziel. Der noch notwendige Spanabhub wird aber am wirtschaftlichsten bei möglichst großen Spänen erledigt, so groß, als es Werkstück, Maschine, Einspannung

*) „Gußstahl, Schnellstahl oder Stellite“ in „Maschinenbau“ 1924, Heft 28. „Schwierigkeiten bei der Ausnützung der Drehbänke und ihre Überwindung“ in „Das Eisenbahnwerk“ 1925, Heft 20.

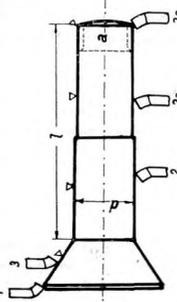
**) Hippler, „Die Dreherei und ihre Werkzeuge“ I. Band, Berlin 1923, Verlag Springer.

und geforderte Genauigkeit zulassen. Bei schlanken, »instabilen« Werkstücken*) können natürlich die Späne bei weitem nicht so groß angesetzt werden, wie bei stabilen Werkstücken, aber das Gesetz: »Span so groß, als es gut möglich ist«, hat auch für diese Gültigkeit. Zuerst den Spanquerschnitt steigern und dann erst die Schnittgeschwindigkeit! Darnach wurde beim Eisenbahnausbesserungswerk München bei allen einschlägigen Zeitaufnahmen verfahren und sehr gute Erfolge erzielt. Neuerdings veröffentlichte, ausgedehnte Versuche über Fräsarbeiten**) bestätigen auch für das Fräsen die gleichen Gesetze.

Für ähnliche, nur durch die Größe verschiedene Werkstücke nimmt man zwei bis drei Zeitaufnahmen vor zur Bestimmung der Handzeiten und ermittelt dann die Maschinenzeiten für die übrigen Größen durch Errechnung. Auf diese Weise kann man mit wenigen Zeitaufnahmen die Stückzeiten für oft sehr viele verschiedene, aber ähnliche Werkstücke festsetzen. Abb. 3 stellt eine auf diese Weise entstandene Fertigungstabelle dar und zwar vereinigt sie Unterweisungsskizze, Unterweisung und Auswertungsauszug für sämtliche Größen der dargestellten Paßschrauben. Die Tabellen gelten für die Fertigung auf einer bestimmten Drehbankgruppe (»D 2 Z«). Die Werkzeugmaschinen sind zu Gruppen gleicher oder ähn-

d	Riemenlage	Umdrehungen pro Min.	Vorschub
20 - 35	2	300	0,5
36 - 50	3	200	0,5

Rüstzeit m. sämtl. Zuschlägen: 38,49.



d	l	Hauptzeit m. sämtl. Zuschlägen.	d	l	Hauptzeit mit sämtl. Zuschlägen.
20 - 35	40	14,00	36 - 50	40	14,50
	50	14,25		50	14,90
	60	14,50		60	15,30
	70	14,75		70	15,70
	80	15,00		80	16,10
	90	15,25		90	16,50
	100	15,50		100	16,90
	110	15,75		110	17,30
	120	16,00		120	17,70
	130	16,25		130	18,10
	140	16,50		140	18,50
	150	16,75		150	18,90

Für je 10% länger 0,25 Min. mehr.
Muß Fläche a angedreht werden
beträgt die Zeit: $HZ + 1,50$

Für je 10% länger 0,40 Min. mehr.
Muß Fläche a angedreht werden
beträgt die Zeit: $HZ + 1,60$

Abb. 3. Schrauben vordrehen.

- Arbeitsgang: 1 Kopf überdrehen und absetzen,
2 Länge überdrehen,
2a Gewindefach drehen und Kante brechen,
3 Konus drehen.

licher Bauarten und Schaltungen vereinigt; für alle Bänke einer Gruppe sind Schaltung und Stückzeit gleich. Arbeitsverteilung und Stückzeitbestimmung werden dadurch wesentlich erleichtert. Die dargestellten Paßschrauben sind noch ungenormt, infolgedessen in mehreren 100 Sorten und kleineren Stückzahlen von jeder Sorte benötigt. Ankauf oder Massenfertigung kommen also vorläufig noch nicht in Betracht. Um trotzdem die Fertigung wirtschaftlich zu gestalten, werden diese Schrauben als »Dreiviertel-Fertigerzeugnis« (»80%-Fabrikat«) auf Lager gelegt. Die Schrauben werden vorgeschruppt, an der kegeligen Fläche ganz fertiggestellt, sowie auf der Gewindefachmaschine mit Gewinde versehen. Bei Bedarf wird die Schraube dem Lager entnommen, die Paßfläche in wenigen Minuten durch Schlichten fertiggestellt, und die Schraube ist einbaufertig. Durch diese organisatorische Maßnahme werden $\frac{3}{4}$ der ganzen Arbeit in wirtschaftlicher Reihenfertigung erledigt. Um dem Dreher, der die Einpaßarbeit vornimmt, den Gang zur Richthalle zu ersparen, steht

*) Hegener, Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten, Verlag Springer, Berlin.

**) „Die Metallbearbeitung mittels Walzenfräser“ in „Maschinenbau“ 1926, Heft 12.

in der Richthalle in der Nähe der Rahmenbearbeitungsstände eine Drehbank nur für solche Pafsarbeiten. Seither entfällt der angeführte V_2 -Zuschlag von zehn Minuten für den Gang zur Richthalle. Auf ähnliche Art ist die Einpafsarbeit für eine Reihe weiterer Ersatzstücke geregelt. Bolzen werden mit der zugehörigen Buchse fertiggearbeitet auf Vorrat gelegt, nur der Aufsendurchmesser der Buchse weist eine Zugabe für den Schlichtspan zum Einpassen auf. Wollte man für diese Flächen Abnützungsstufen einführen, wie sie bei anderen Ersatzstücken vorteilhaft sind, so hätte man zwar Reihenarbeit für die gesamte Fertigung solcher Teile, aber den wirtschaftlich weit überwiegenden Nachteil ungeheurer Lagerbestände.

Für die Zeitermittlung bei Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter bringt Abb. 4 ein vor einigen Jahren aufgenommenes Schulbeispiel. (Die Selbstanfertigung von Kuppelmütern ist inzwischen längst als unwirtschaftlich aufgegeben worden.) Das Gewindeschneiden besorgten zwei nebeneinander stehende Gewindeschneidmaschinen mit je einer Spindel. Man läßt zuerst die Maschine I allein bedienen und führt die Zeitaufnahme durch, dann die Maschine II allein; das Ergebnis trägt man graphisch auf Streifen auf unter

nach Verfahren 4; hier beansprucht der Arbeitsablauf auf beiden Maschinen stets gleiche Zeit; die Handzeiten an der einen Maschine folgen zeitlich unmittelbar hinter denen an der anderen Maschine; dann folgt jedesmal und regelmäßig eine längere, reine Maschinenzeit, während der der Arbeiter ruhig nur die beiden Maschinen beobachtet.

Der Verlustzeitzuschlag V_1 muß etwas höher angesetzt werden, als bei Einzelbedienung einer Maschine, weil die sächlichen Verluste (V_s) teilweise höher sind, z. B. für Stahl nachschleifen, Werkzeug säubern, Werkzeug wegräumen, Maschinen von Spänen säubern. Dieser erhöhte Zuschlag wird nur für die betreffende Arbeit gegeben bei gleichzeitiger Bedienung von zwei Maschinen; es ist an Hand des Verlustzeit-Sammelbogens sorgfältig zu prüfen, welche sächlichen Verluste sich verdoppeln und welche zu den Verlustzeiten rechnende Arbeiten etwa während des Laufes der einen Maschine erledigt werden können. Für persönliche Verlustzeiten oder für »Betriebsstörungen bis zu 15 Minuten Dauer« wird der Zuschlag nicht erhöht, weil diese Verlustzeiten die Zahl der auf beiden Maschinen gefertigten Stücke nur im gleichen Verhältnis vermindern wie bei Einzelbedienung. Die Frage, ob bei Bedienung mehrerer Maschinen der Arbeiter einen erhöhten Überverdienst durch besondere Zuschläge erhalten soll, was verschiedentlich angenommen wird, ist grundsätzlich zu verneinen. Wenn die Bedienung mehrerer Maschinen ohne übermäßige Kraftanspannung und technisch gut möglich ist, muß sie normal verlangt werden. Die Verhältnisse an mehrspindeligen Einzelmaschinen oder an Maschinen, bei denen gleichzeitig mehrere Werkzeuge am Werkstück angreifen, oder an Revolverbänken mit rasch aufeinander folgenden Handzeiten oder bei Bearbeitung von Kesselfeinausrüstungen mit sehr häufigem Werkzeugwechsel sind mindestens gleich anstrengend.

Ob die Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter wirtschaftlich ist, muß im einzelnen Falle untersucht werden. Übersteigen die dabei manchmal auftretenden Leerzeiten einen bestimmten Vohundertsatz, dann sinkt die Ausbringung beider Maschinen zu sehr, der Anteil der unveränderlichen Kosten (Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals usw.) an den gesamten Fertigungskosten steigt zu sehr an, die Lohnersparnisse treten demgegenüber zurück; die Einzelbedienung würde zwar mehr Lohn erfordern, aber infolge der höheren Ausbringung, der besseren Ausnützung der Maschinen wird sie in diesen Fällen wirtschaftlicher. Je nach dem Anlagewert der Werkzeugmaschine und dem von ihr beanspruchten Raum schwankt dieser Grenzwert für den Anteil der Leerzeiten; meist liegt er zwischen 20 und 30%. Die Aufzeichnung (Abb. 5), die sich auf Vordrehen von Buchsen für Speisepumpenzylinder bezieht, weist bei Maschine II erhebliche Leerzeiten (schwarze Felder!) auf; sie ist sehr schlecht ausgenützt. Da aber für diese Maschine geeignete Arbeit wenig anfällt, sie also nie besser ausgenützt werden kann, hat die Mitbedienung der Maschine II durch den Arbeiter an der Maschine I hier ihre volle Berechtigung, um so mehr als die Maschinenzeiten der beiden Maschinen so lang sind, daß der Arbeiter unter Umständen noch eine dritte Maschine mitbedienen könnte.

Bei Hobel- und Stofsmaschinen ist die Mehrfachbedienung in der Regel wirtschaftlich geboten. Die Fräsmaschine dagegen gestattet das Aus- und Einspannen der Werkstücke auf

Arbeitsgang: Kuppelmütern schneiden.



Abb. 4. Bedienung von 2 Maschinen durch 1 Arbeiter.

scharfer Hervorhebung der reinen Maschinenzeiten. Dann legt man die beiden Streifen so nebeneinander, daß die Handzeiten an der einen Maschine zusammenfallen mit den Maschinenzeiten der anderen und umgekehrt. Dieser Fall ist günstig. Ungünstig wird das Ergebnis, wenn die Handzeiten für beide Maschinen teilweise zusammenfallen, weil dann die eine Maschine stillstehen muß, ohne daß an ihr gearbeitet wird, bis der Arbeiter die Handgriffe (meist für Werkstück umspannen) an der anderen Maschine erledigt hat. Das so ermittelte günstigste Arbeitsverfahren unterzieht man zur Nachprüfung dann einer Zeitaufnahme, bei der beide Maschinen vom gleichen Arbeiter gemeinsam bedient werden.

In Abb. 4 sind die Handzeiten schraffiert, die Felder der Maschinenzeiten weiß. Man sieht bei der ersten Art, wo beide Maschinen mit verschiedenen langen Bohrern arbeiteten, an mehreren Stellen schwarze Felder: Leerzeiten der einen oder anderen Maschine. Hier mußte die eine Maschine nach Beendigung ihrer Maschinenzeit und Abschaltung warten, bis der Arbeiter mit den Handgriffen an der anderen Maschine fertig war. Bei Verfahren 3 arbeiteten beide Maschinen mit kurzen Bohrern. Anzustreben ist möglichst der vollkommene Zustand

der einen Seite des Aufspanntisches, während auf dessen anderer Seite gleichzeitig Werkstücke bearbeitet werden. Diese grundsätzliche Erwägung sollte viel häufiger angestellt werden; ist es doch auf diese Weise möglich, die teure Werkzeugmaschine und den Arbeiter gut auszunützen und aus dem vorhandenen Maschinenpark höchste Ausbringung zu erzielen. Man trifft daher dieses Arbeitsverfahren bei Fräsmaschinen besonders bei süddeutschen Ausbesserungswerken an, deren Bestand an Werkzeugmaschinen gegenüber den norddeutschen Werken teilweise bedeutend geringer ist. Die Abb. 6 bis 7 bringen Beispiele für derartige Ausnützung von Fräsmaschinen. Die geschmiedeten Stangenstellkeilschrauben werden zuerst zentriert und am Schaft gedreht, darauf werden sie mit dem Schaft nach unten in Fräsvorrichtungen gespannt, die je 10 Stück hintereinander aufnehmen. Vorrichtung 1 und 2 liegen nebeneinander, die Fräser bearbeiten die beiden parallelen Breitseiten jeder Stellkeilschraube; ebenso liegen Vorrichtung 3 und 4 nebeneinander, aber hinter 1 und 2. Bei Arbeitsgang 4 werden zuerst Vorrichtung 1 und 2 bepackt, dann die Fräser angesetzt und der Tischgang eingeschaltet. Während des Laufes der Maschine wird Vorrichtung 3 und 4 bepackt; wenn der Tisch so weit vorgelaufen ist, daß die Fräser an den Werkstücken in Vorrichtung 3 und 4 angreifen, wird Vorrichtung 1 und 2 ausgepackt und neu beschickt. Sind inzwischen die Werkstücke in Vorrichtung 3 und 4 bearbeitet, dann wird der Support nach oben geschaltet, der Tisch läuft zurück, der Support wird nach unten geschaltet, die Fräser werden neu angesetzt und das Spiel beginnt von neuem. Die Zeit für den Tischrücklauf ist mit 18 Minuten entschieden zu lang, es handelt sich um eine Fräsmaschine älterer Bauart. Neuere Bauarten besitzen raschen Rücklauf und ferner die Möglichkeit, auf raschen Vorlauf schalten zu können, wenn die Fräser im Leerlauf von einem Werkstück zum nächsten, weiter entfernt aufgespannten, kommen sollen. Wie das Zeitdiagramm zeigt, hat der Arbeiter nur während der leeren Felder des unteren Streifens keine Griffe auszuführen und lediglich die Maschinenarbeit zu beaufsichtigen. Noch günstiger verlaufen Arbeitsgang 5 und 6 (Abb. 7). Zur Bearbeitung des runden Keilrückens werden die Stellkeilschrauben zunächst zwischen zwei Körnerspitzen genau ausgerichtet; die eine Körnerspitze ist federnd ausgebildet, so daß mit einem einzigen Griff das Werkstück richtig sitzt; zum folgenden Festspannen dienen zwei seitlich angebrachte Spanschrauben. Der Arbeitsgang »Fräsen der schrägen Keilseite« ist aus der Abbildung ohne weiteres ersichtlich. Die Gedingezeit für die gesamte Bearbeitung einer Stellkeilschraube sank von 4,55 Stunden bei früherer Herstellung auf dem Kurzhobler auf 0,45 Stunden, also um 90% der früheren Zeit. Weiterhin entfällt jede Nacharbeit mit der Feile, da der Fräser glatte Flächen herstellt im Gegensatz zu den feinen Hobelriefen des Schneidstahles. Die Anregungen zu diesen und verschiedenen anderen, später beschriebenen Vorrichtungen stammen ebenfalls von einem Zeitaufnehmer.

der Förderwege durch Aufstellung der Maschinen und Arbeitsplätze im Arbeitsfluß; diese sogenannte »Zweckaufstellung« von Werkzeugmaschinen gegenüber der früher ausschließlich üblichen »Artaufstellung« fand in den letzten Jahren auch in den Ausbesserungswerken mehr und mehr Anwendung*).



Abb 5. Vordrehen von Buchsen für Speisepumpenzylinder.

Werkzeugmaschinen, Lagergießereien, Schweißer-Arbeitsplätze werden mitten in Schlosserwerkstätten hineingelegt; Maschinen für planmäßig festgelegte Anpaßarbeiten finden in der Richthalle Aufstellung. Weiterhin läßt man, so gegensätzlich es zunächst klingt, die auszubessernden Fahrzeuge durch die Richthallen wandern, von Sonderstand zu Sonderstand. Der

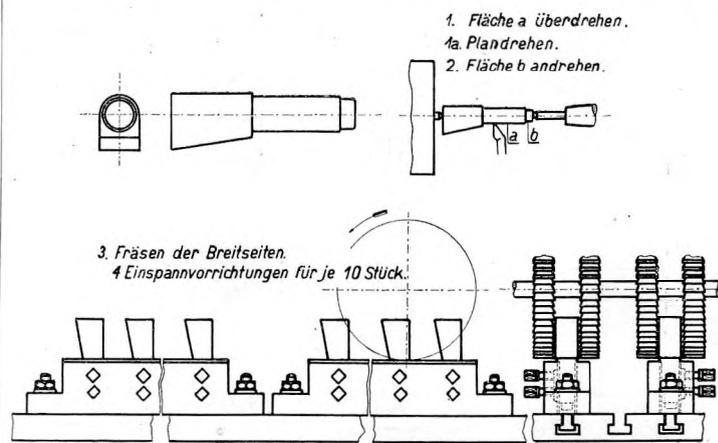


Abb. 6. Drehen und Fräsen von Stellkeilen.

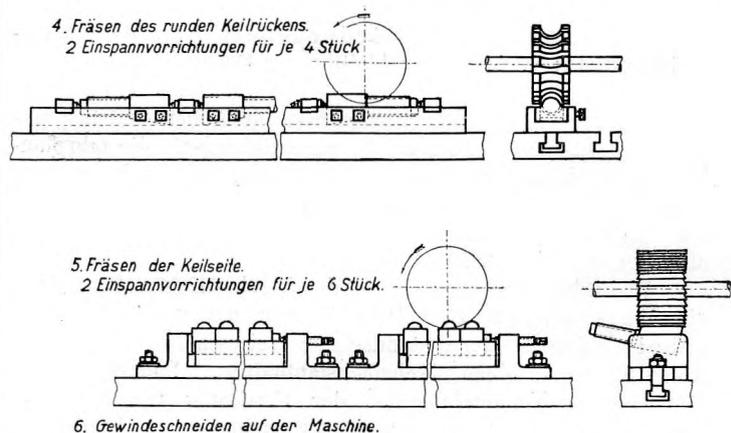


Abb. 7. Drehen und Fräsen von Stellkeilen.

Aufwand für das Verschieben der Fahrzeuge wird durch zahlreiche Vorteile**) reichlich gelohnt. Vor allem brauchen die bisher fliegenden Sondergruppen ihren Platz kaum mehr zu wechseln; das teilweise ziemlich schwere Werkzeug bleibt

*) Dr. Ing. Neesen: „Lokomotiv-Ausbesserungswerke“, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelges. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1926. Ferner verschiedene Aufsätze in „Das Eisenbahnwerk“, „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1925, Heft 19 und 22.

**) Dr. Ing. Neesen: „Lokomotiv-Ausbesserungswerke“. Die Entwicklung der Arbeitsorganisation in den Lokomotiv-Richthallen in „Eisenbahnwerk“ 1926, Heft 17.

Aus den Zeitstudien, vor allem aus der bereits beschriebenen Arbeitsuntersuchung fließen teils eine Unzahl Anregungen zur Durchführung organisatorischer oder technischer Verbesserungen, teils wird zur Durchführung solcher Verbesserungen selbst die Arbeitsstudie als Hilfsmittel mit Erfolg herangezogen. Eine der wichtigsten Ordnungsmaßnahmen in größeren Werken ist die Regelung des Förderwesens. Hierfür sind folgende Richtlinien aufzustellen:

- a) Einschränkung der Förderungen, Verkürzung

am Arbeitsplatz; Rahmenmeßgeräte, Rahmenbearbeitungsmaschinen, Zylinderausbohrapparate, hydraulische Abpressanlagen, Nieterschneider, Schweißmaschinen, Arbeitsgerüste sind nicht mehr bald da, bald dort benötigt, sondern nur an wenigen, aber hochwertig ausgerüsteten Sonderständen vorhanden. Die Vorteile dieser Arbeitsorganisation sind so erheblich, daß die vorhergehende Entwicklungsstufe der Richthallenarbeit heute als weit überholt gelten kann.

b) Einschränkung der Förderungen von Werkstücken zum Anreisen oder Anpassen durch Übermittlung von Meßlisten oder eingestellten Lehren.

c) Vermeidung von Umladungen durch Förderung in Sammelkästen, Verwendung von Ladegestellen.

d) Ersatz der menschlichen Förderarbeit durch motorische Arbeit: Elektrokarren, Elektroschlepper, Motorschlepper, Verladekrane mit Öl- oder Dampftrieb, Elektroflasenzüge.

e) Regelung der Förderungen nach Zeit und Weg durch Förderfahrpläne.

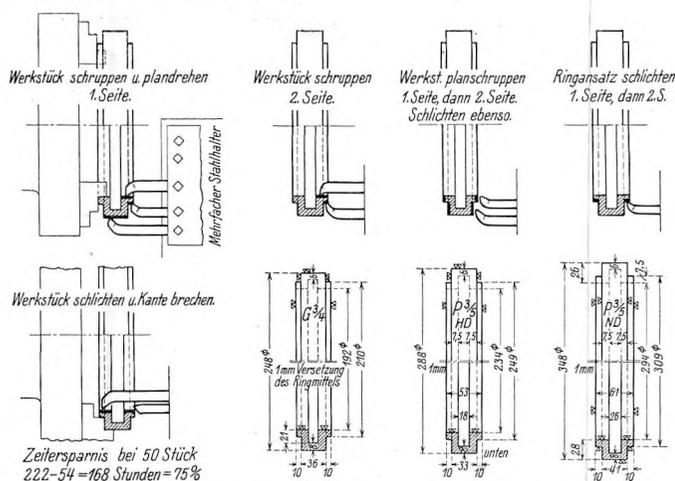


Abb. 8. Fertigung: Tragrings, $G \frac{3}{4}$ P $\frac{3}{5}$ HD, P $\frac{3}{5}$ ND.

f) Trennung der Förderarbeit von der Verladearbeit; Ladearbeiter bleiben am Ort.

g) Verbindung des Fristwesens mit dem Förderwesen; mit der Stundenfrist für Abbau und Instandsetzung bestimmter Fahrzeugteile wird gleichzeitig die fahrplanmäßige Förderung dieser Teile (Fahrnummer) nach und von den Instandsetzungswerkstätten festgesetzt. Diese Einführung der Lokomotivabteilung des Eisenbahnausbesserungswerkes München hat sich sehr gut bewährt.

Weiterhin sind von größter wirtschaftlicher Bedeutung die Maßnahmen zur Durchführung von Reihenarbeit, sei es bei der Instandsetzung, sei es bei der Fertigung. Abb. 8 zeigt einen Mehrfachstahlhalter, Bauart Ecker, München, in Verwendung bei der Fertigung von Schiebertragringen. Die Drehstähle müssen beim ersten Werkstück genau eingestellt werden; sind sie einmal eingestellt, dann bearbeiten sie das Werkstück jeweils gleichzeitig an zwei bis drei Flächen, außerdem entfällt für die folgenden Werkstücke das Messen zum Ansetzen der Stähle. In Abb. 9 ist für diese Fertigung der Anteil von Rüst- und Hauptzeit an der gesamten Stückzeit dargestellt. Beim früheren Arbeitsverfahren betrug die Rüstzeit 0,5 Stunden, die Hauptzeit für ein Stück 2,6 Stunden; beim neuen Arbeitsverfahren steigt die Rüstzeit auf 2,6 Stunden an, die Hauptzeit dagegen sinkt auf eine Stunde. Für Einzelfertigung wäre also das alte Verfahren vorzuziehen, während bei Reihenfertigung das neue Verfahren bedeutend wirtschaftlicher ist; die Bearbeitung von zehn Stück Schiebertragringen kostet statt 45 Stunden nur noch

12,9 Stunden. Mit Rücksicht auf die möglichste Niedrighaltung der Lagerbestände muß und kann man sich in der Regel auf kleinere Reihen beschränken. Auch bei diesen verteilt sich die Rüstzeit bereits auf so viele Stücke, daß ihr Anteil an der ganzen Fertigungszeit gegenüber den Verhältnissen bei Einzelfertigung bereits erheblich kleiner wird.

Zur Ermöglichung der Reihenarbeit trägt am meisten die Normung der Fahrzeugteile bei, die aber naturgemäß nur langsam vor sich geht und nur langsam sich auswirken kann. Den besonderen Verhältnissen der Instandsetzungsarbeit tragen dabei zwei Verfahren Rechnung: Die Einführung von planmäßigen Abnutzungsstufen einerseits, von Dreiviertelfertigergebnissen andererseits. Vor- und Nachteile des einen oder anderen Verfahrens müssen im einzelnen Falle geprüft werden.

Eine wichtige organisatorische Maßnahme zwecks Durchführung von Reihenarbeit bei der Instandsetzung ist die Einrichtung von Austauschlagern mit möglichst einfacher Verrechnung. Ohne diese Einrichtung wurde die Instandsetzung entweder einzeln und mit großem Kostenaufwand

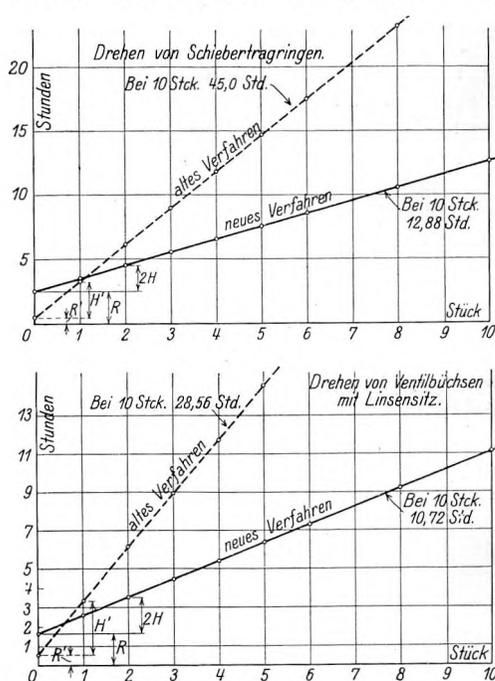


Abb. 9. Anteil der Rüst- und Hauptzeit an der gesamten Stückzeit.

vorgenommen oder es wurden die Teile mit Einlieferzettel an das Stofflager eingeliefert, von dort in größeren Reihen zur Instandsetzung gegeben, die ausgebesserten Teile bei Bedarf mit Verlangzettel entnommen. Letzteres Verfahren führte zwar zur Reihenarbeit, war aber sehr umständlich. Es gab Meistereien in Wagenabteilungen, bei denen täglich 200 bis 300 Verlangzettel ausgefertigt werden mußten. Außerdem kann der Altwert der eingelieferten Teile schwer und niemals zutreffend angegeben werden, ebenso der Wert der ausgebesserten Teile. Das Verrechnungsverfahren der Austauschlager des Eisenbahnausbesserungswerkes München ist viel einfacher*). Der Arbeiter, sei es Handwerker, sei es Förderarbeiter, erhält beim Austauschlager ohne jeden Zettel gegen Abgabe eines schadhafte Stückes ein gleiches ausgebessertes Stück, er hat nur die Auftragsnummer des Fahrzeuges anzugeben. Die Aufschreibungen über die für die einzelnen Fahrzeuge ausgetauschten Teile führt das Austauschlager selbst in einfachster Form in Heften. Die Teile werden von dort in Reihen zur Aufarbeitung gegeben; die Kosten für die Aufarbeitung werden

*) „Austauschlager in Lokomotiv- und Wagenrichthallen“ in „Das Eisenbahnwerk“ 1926, Heft 27.

von der Selbstkostenermittlung (Betriebsbuchhaltung) genau erfasst; die durchschnittlichen Instandsetzungskosten der für das betreffende Fahrzeug ausgetauschten Teile werden dem Fahrzeug angelastet. Diese Verrechnung ist bedeutend einfacher und trotzdem genauer, da die Instandsetzungskosten einwandfrei festgestellt werden können, während der Wert der eingelieferten schadhafte Stücke einerseits, der ausgebesserten andererseits nie genau angegeben werden kann. Der Hauptzweck dieser Austauschlager ist, wie angeführt, die Ermöglichung von Reihenfertigung bei der Instandsetzung. Der zweite Grund zu ihrer Einführung, Erzielung kurzer Ausbesserungsfristen für die Fahrzeuge, spielt im Wagenbau eine bedeutend größere Rolle als bei der Lokomotivausbesserung. Bei letzterer müssen viele Teile im Austauschlager nur gehalten werden zwecks Ermöglichung der wirtschaftlichen Reiheninstandsetzung, ohne dass sie aber zum Zwecke der Fristenkürzung benötigt wären.

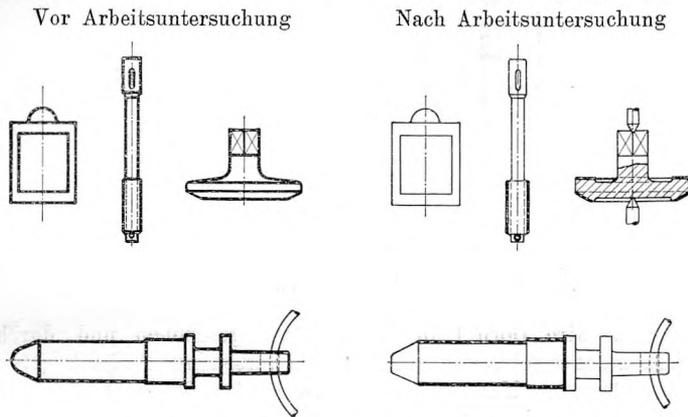


Abb. 10. Weglassen unnötiger Bearbeitung.

Unverzichtbar für wirtschaftliche Arbeiten bei Fertigung und Instandsetzung sind brauchbare, handliche Werkzeichnungen. Die von den Fahrzeugbauern früher gelieferten Zeichnungen sind für wirtschaftliche Fertigung durchweg ungeeignet. Das Format ist viel zu groß; es kann doch unmöglich nach Zeichnungen von $0,7\text{ m} \times 1\text{ m}$ oder gar $0,7\text{ m} \times 2\text{ m}$ in Werkstätte oder gar Schmiede gearbeitet werden. Sämtliche Teile sind ineinander geschachtelt und mit einem Gewirr von

ruhig sagen: Millionen, die der Volkswirtschaft verloren gingen und die Konkurrenzfähigkeit der Fahrzeugfirmen gegenüber dem Auslande sicher geschwächt haben. In Abb. 10 deuten die stark ausgezogenen Linien bearbeitete Flächen an, die dünnen unbearbeitete. Die abgebildeten Teile »Vor Arbeitsuntersuchung« befanden sich so an neugelieferten Fahrzeugen. Einen Federbund, der doch dick mit Farbe angestrichen wird, aufsen zu hobeln ist höchst unvernünftig. Der abgebildete Kuppelbolzen ist unten zugespitzt, damit er sich leichter in das Kuppelgehäuse einführen lässt. Er fand sich, sauber konisch gedreht, die Rundung sogar nach Schablonen sauber kugelig gedreht, vor. Das Weglassen solcher unnötiger Bearbeitungen verbilligt die Fertigung mitunter ganz erheblich. Dafür können und müssen dort, wo es wirklich darauf ankommt, die Anforderungen auf Genauigkeit erhöht und durch gute Werkzeuge und Lehren auch erfüllt werden. Die Lieferung von Werkzeichnungen in handlicher Größe, Format Din A 3 oder A 4, mit einzeln herausgezeichneten Einzelteilen, mit Bearbeitungszeichen und Toleranzangaben, mit allen für die Fertigung benötigten Maßen, mit Angabe der Bezugskanten oder Bezugsflächen, ist eine grundsätzliche Voraussetzung für wirtschaftliches Arbeiten jeder Werkstätte.

Der Vorrichtungsbau mit seinen zahlreichen Hilfsmitteln zur Verbilligung der Arbeit unter gleichzeitiger Erhöhung der Genauigkeit*) findet auch bei der Instandsetzungsarbeit ein Feld zur erfolgreichen Betätigung, wie einige Beispiele dazwischen sollen. Der Mehrfachstahlhalter in Abb. 11 und 12 dient für die Instandsetzung von Kolbenstangen und Kolbenkörpern. Die Kolbenstange wird mit Lünette gestützt und zunächst zentriert, darauf zwischen Spitzen genommen und eine Lauffläche für die Lünette hergestellt, sowie der Schleifscheibenauslauf für das spätere Schleifen unterdreht. Nach dem Wenden des Werkstückes wird der Schleifscheibenauslauf auf der anderen Seite des Kolbens unterdreht und dann gleichzeitig mit drei Stählen, deren Abstand voneinander verstellbar werden kann, die linke Seite, dann die rechte Seite der drei Nuten für die Kolbenringe nachgedreht. Die bei Arbeitsgang 4 und 5 genommenen drei Späne sind nur ganz feine Schlichtspäne; da jedoch der Druck der Schneiden das Werkstück an einem größeren Durchmesser, also mit einem größeren Hebelarm angreift als der Mitnehmer, so muß für besonders

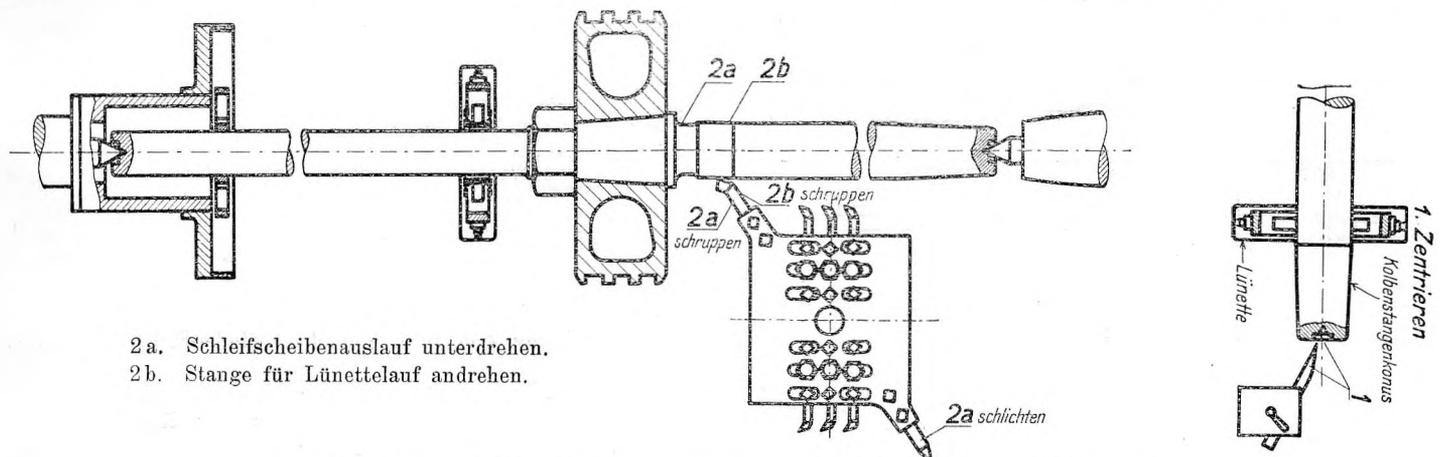


Abb. 11. Über- und Unterdrehen von Kolbenstangen. Nachdrehen von Kolbennuten.

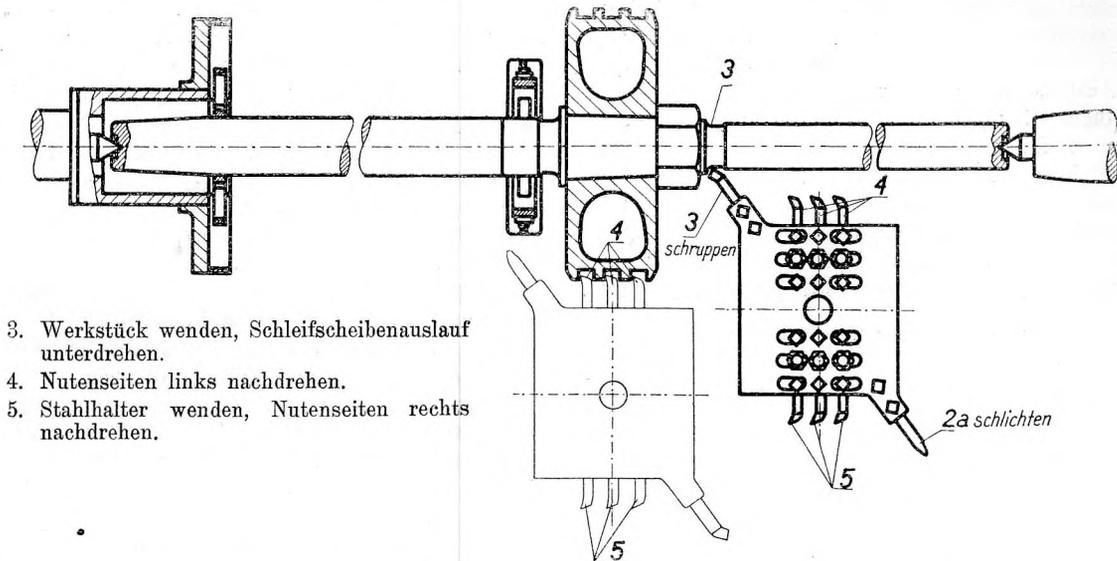
sichtbaren und unsichtbaren Kanten und zahlreichen Maßlinien dargestellt. Das Lesen und Verstehen derartiger Zeichnungen kostete auch dem geübten Handwerker häufig mehr Zeit als die Fertigung der Teile selbst. Das Fehlen von Bearbeitungszeichen rächte sich vielfach stark in den Fertigungskosten für die Teile. Für unnötige Bearbeitungen wurden bereits bei den Fahrzeuglieferern große Summen vergeudet, man kann

kräftige Mitnahme gesorgt werden, wie sie der im Bild nur angedeutete »Hochkraft-Kapselgelenkmitnehmer, System Klehe« gut besorgt. Die Gedingezeit wurde von sechs Stunden auf 2,5 Stunden verkürzt.

*) Bussien und Friedrich, »Vorrichtungsbau«, Lich, »Der Vorrichtungsbau«; Dr. Reindl, »Spannabhebende Werkzeuge«; Scheibe-Tuloschinski u. a.

Eine Vorrichtung einfachster Bauart zum Drehen kugelförmiger Flächen an Lukenpilzen oder Dichtungslinsen, hauptsächlich verwendet zum Nacharbeiten solcher Flächen bei Reiheninstandsetzung, gibt Abb. 13 an. Am Spindelstock, senkrecht unter der Spindel, und am Support der Drehbank ist je ein

verdrückt und dadurch unbrauchbar. Außerdem nahm das Herausnehmen und Wiedereinsetzen jeweils zehn Minuten in Anspruch. Die abgebildeten Expansionsdorne ermöglichen einwandfreies Nacharbeiten der Sitze, ohne daß die Einsätze herausgenommen werden müssen. Zur Bearbeitung des Ventil-



3. Werkstück wenden, Schleifscheibenauslauf unterdrehen.
4. Nutenseiten links nachdrehen.
5. Stahlhalter wenden, Nutenseiten rechts nachdrehen.

Abb. 12. Über- und Unterdrehen von Kolbenstangen. Nachdrehen von Kolbennuten.

einfaches Lager angeschraubt, das dauernd an der Bank bleibt. Mit Hilfe von zwei Einsteckbolzen wird zwischen diesen beiden Lagern als Drehpunkten ein Lenker angebracht, dessen Augenentfernung dem gewünschten Kugelhalbmesser gleich ist.

sitzes a wird Dorn 1 in den Einsatz geschoben und durch Drehen des geschlitzten, mit Gewinde versehenen Außenkegels c festgeklemmt. Nun wird der Dorn in den Spindelstock einer Drehbank geschraubt und die Bearbeitung kann mühelos vor-

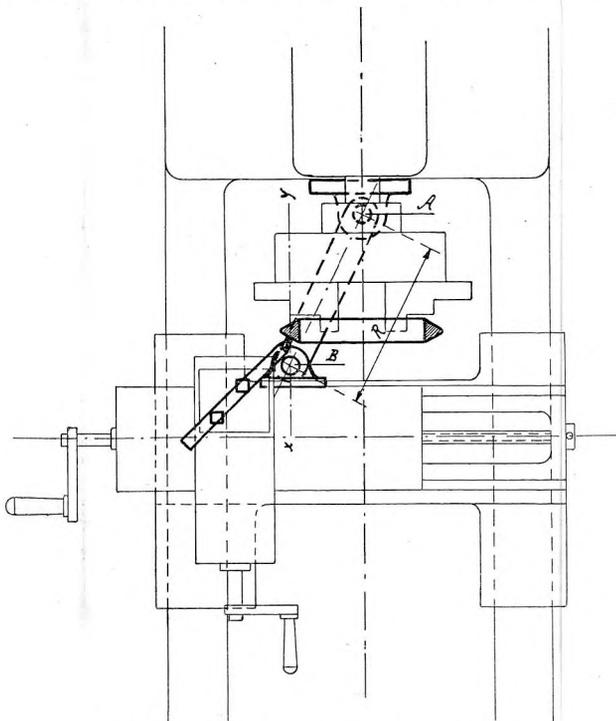


Abb. 13. Vorrichtung zum Linsendrehen.
Bedingungen:

1. R = Kugelradius.
2. A = senkrecht unter Spindelmitte.
3. Punkt B und Stahlspitze senkrecht über x y.

Die Einsätze der Zylindersicherheitsventile (Abb. 14 und 15) mußten früher zum Nachdrehen und Schleifen des Ventilsitzes a und des Linsensitzes b aus dem Gehäuse herausgeschraubt werden; dabei wurden die Einsätze häufig

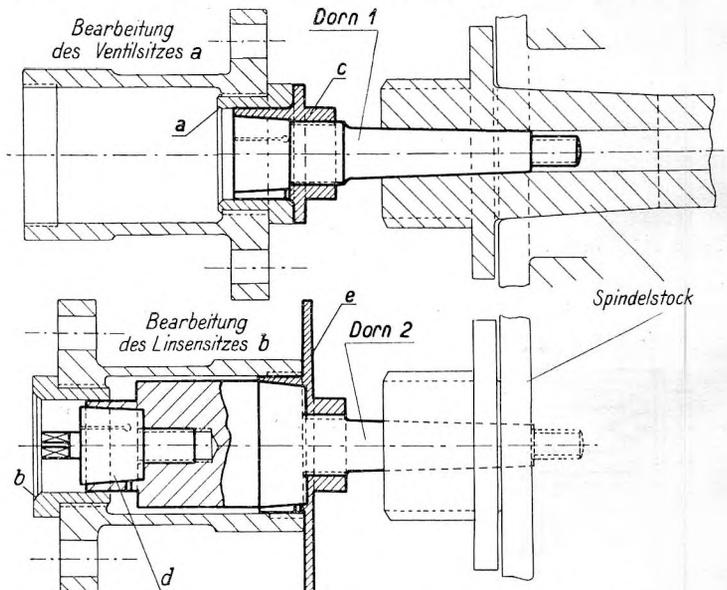


Abb. 14. Vorrichtung zum Bearbeiten der Zylinder-Sicherheitsventile.

genommen werden. Bei Bearbeitung des Linsensitzes b wird Dorn 2 verwendet. Durch Festdrehen der Kegel d und c wird ein einwandfreier, zentrischer Sitz des Ventils erzielt. Zum Einschleifen des Ventilkegels von Hand dient der Expansionsdorn in Abb. 15.

Bei Fertigung der Reinigungsschrauben am Lokomotivkessel (Abb. 16) wurde früher an jeder einzelnen Lokomotive die nachgeschnittene Öffnung am Kessel mit Lochzirkel und Schiebelehre gemessen, der Bolzen auf der Drehbank einzeln gefertigt und in die Reinigungsöffnung eingepaßt. Diese Einzelherstellung war zeitraubend und unwirtschaftlich. Die Reinigungsschrauben wurden daher genormt und nach Abnutzungsstufen

unterteilt, so daß immer der vorhergehende, abgenützte Bolzen auf die nächst kleinere Stufe nachgedreht werden kann.

In dem abgebildeten schwenkbaren Mehrfachstahlhalter werden ein Zentrierstahl, drei Schruppstähle, drei Stahlhalter für Gewindegewindestähle, zwei Abstechstähle eingespannt und damit auf einer Drehbank mit Leitlineal zum Kegeleldrehen jeweils drei Reinigungsschrauben gleichzeitig gefertigt.

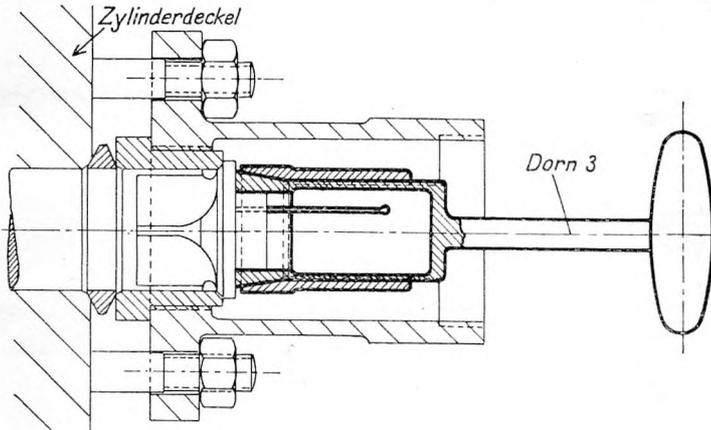


Abb. 15. Einschleifvorrichtung für Zylindersicherheitsventile.

Damit der Arbeiter am Kessel ohne umständliches Messen der Öffnung die benötigte Größe der Reinigungsschraube sofort

lager, so daß ohne weiteres die benötigten Schrauben ausgegeben werden können.

Abb. 17 zeigt die Anwendung einer Meßvorrichtung für Treib- und Kuppelachslager. Die Achslagergehäuse mußten früher zum Anreißen des Lagermittelpunktes in den Lokomotivrahmen eingebaut werden; dort wurden die Lagermittel (»Kuppelmaß«) durch den Stangen-zirkel oder durch die Vermesslineale mit den darauf angebrachten Urmaßstrichen festgelegt. Ein- und Ausbau, sowie Förderung der schweren Achslagergehäuse erforderten großen Zeitaufwand. Die dargestellte Vorrichtung zum Anreißen dieser Lager, Bauart Plank-München, gestaltet den Arbeitsgang viel einfacher und wirtschaftlicher: der Anreißstand ist ortsfest bei der Achslager-sondergruppe. Das Achslagergehäuse wird von rückwärts her in die Vorrichtung eingeschoben und mit den Einspannbacken 3, von denen die rechte durch das Handrad 8 zugespant werden kann, festgespannt. Die linke, feststehende Backe 3 vertritt dabei den Achslagergleitbacken am Rahmen; ihre Spannfläche ist Bezugsfläche für die Messung. Durch die Spanneisen 4 wird das Achslagergehäuse gegen die Stirnflächen der Spannbacken gedrückt. Nun wird der Meßschieber 6 auf die Einstellmarke für die betreffende Lokomotivgattung an der Meßwelle 5 eingestellt. Die in der Rahmenmeßliste übermittelten Abweichungen vom Normalmaß »m« werden durch Feineinstellung mittels Meßlineal 7 und dem daran befindlichen Stangen-zirkel das Achslagermittel durch Kontrollkreis angezeichnet.

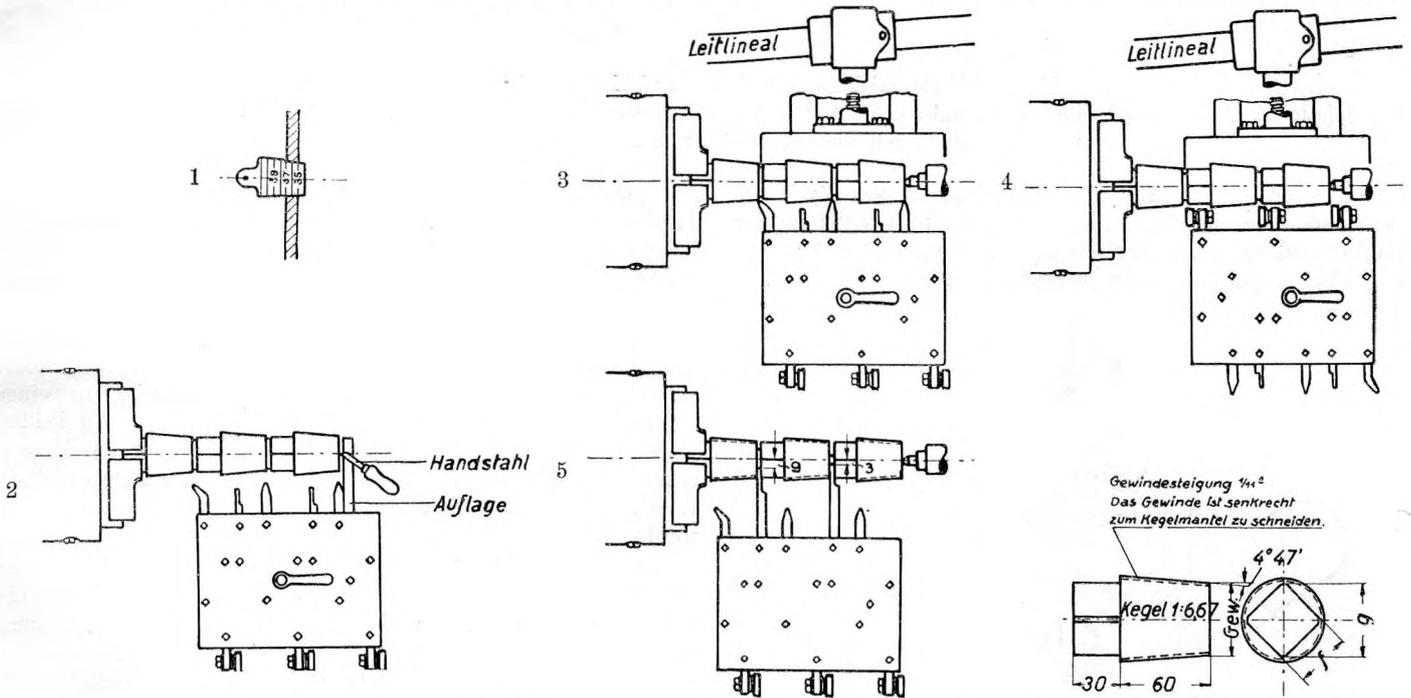


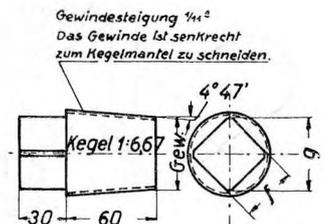
Abb. 16.

Fertigung: Reinigungsschrauben.

1. Feststellung der benötigten Größen.
2. Zentrum anbohren.
3. Werkstück überdrehen.
4. Gewinde schneiden.
5. Abstechen.

ersieht, wurden Schablonen gefertigt, die in die Bohrung eingeführt werden und auf deren Skala die benötigten Größen ohne weiteres abgelesen werden können (Abb. 16, Skizze 1). Eine entsprechende Gegenschablone befindet sich im Austausch-

Die richtige Höhenstellung des Lineals, bzw. Zirkels wird durch ein am Lineal verschiebbar angeordnetes Anschlagklötzchen erreicht. Die Stärke des Lageraufgusses an der Stirnfläche wird mit Meßklötzchen, die auf der Spannbacke 3 gleiten, angerissen.



Gew.	f	g	Mod.-Nr.
35	32	42	11003
37	32	42	
39	36	48	11004
41	36	48	
43	36	48	11005
45	36	48	

Die Vorrichtungen in Abb. 18 sind ebenfalls bei der Achslagerondergruppe in Verwendung. Beim Genauigelsen des Lagermetallausgusses in Lagerschalen für Treib- und Kuppelachslager kann zwar genaue zylindrische Form der Lauffläche

bohrmaschine, deren »Bezugsfläche« die Gleitfläche der Rotfußsohlen bildet, kann richtige Lage der Lagerlauffläche gewährleistet werden, so daß die Nacharbeit mit dem Schaber entfallen kann.

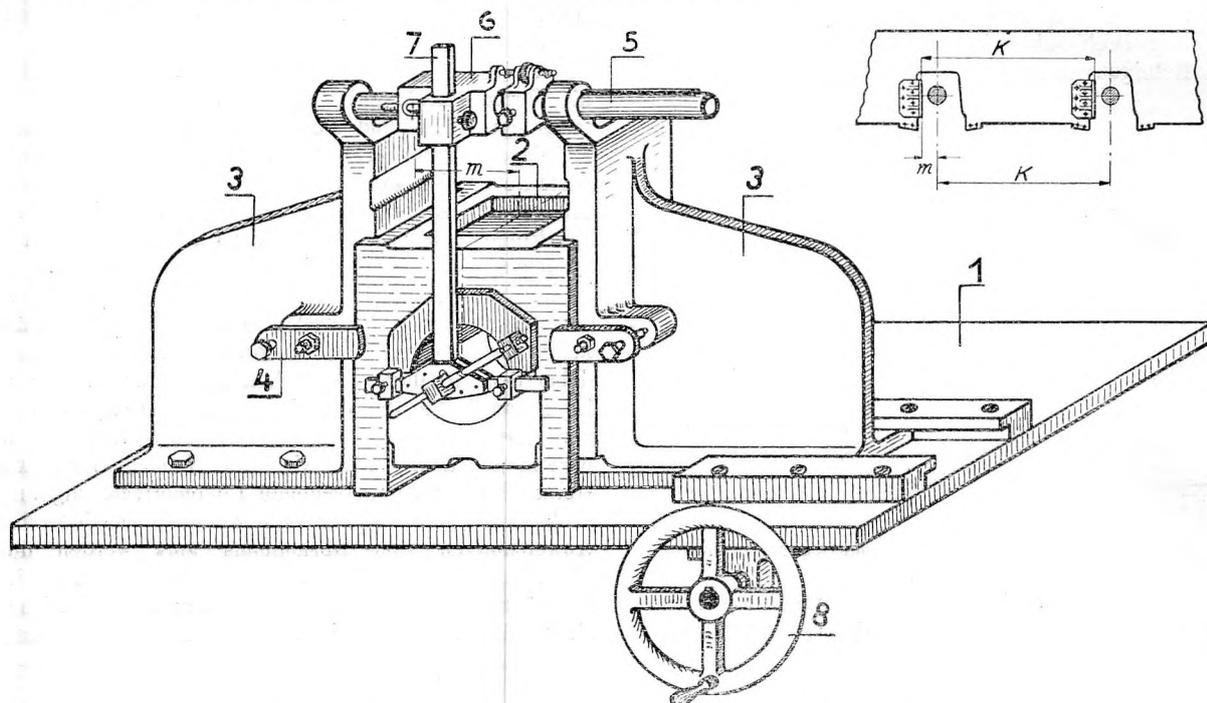


Abb. 17. Meßvorrichtung für Treib- und Kuppel-Achslager-Gehäuse.

1. Grundplatte. 2. Achslagergehäuse. 3. Spannbacken. 4. Spanneisen. 5. Meßwelle mit Einstellmarken. 6. Meßschieber mit Nonius. 7. Lineal mit Stangenzirkel. 8. Einspann-Vorrichtung.

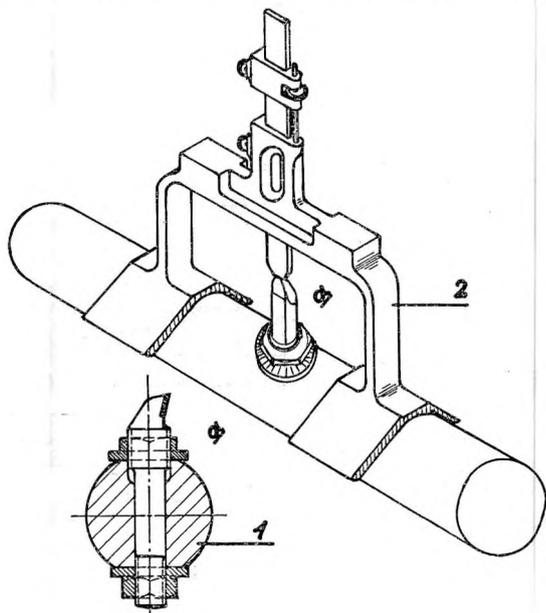
des Lagers erzielt werden, aber die Achse dieses Zylinders liegt in den meisten Fällen nicht parallel zur Gleitfläche der Rotfußgleitsohlen. Zur Erreichung dieser parallelen Lage ist dann beim Aufpassen häufig übermäßig großer Zeitaufwand

Das Einstellen der Ausbohrstäbe geschieht in vielen Werken durch Ansetzen des Stahles und öfteres Messen der ausgedrehten Bohrung mit Lochzirkel und Schiebelehre, wozu jedesmal die Ausbohrbank stillgesetzt werden muß. Einwandfreies Einstellen ist mit den genannten Meßwerkzeugen nicht möglich.

Wie aus Skizze 1 der Abb. 18 ersichtlich, ist nunmehr der Ausbohrstahl selbst mit $\frac{1}{20}$ mm Genauigkeit verstellbar. Sein Schaft ist zylindrisch und mit Schiebeseitz in einer zylindrischen Bohrung der Bohrwelle gut geführt. An beiden Enden mit metrischem Gewinde versehen, kann er durch zwei mit Teilung versehene Mutttern bequem in seiner Längsrichtung verschoben und auf den genauen Bohrdurchmesser eingestellt werden.

Gepprüft wird die richtige Stahleinstellung mittels der Meßvorrichtung nach Skizze 2. Das Meßgerät wird auf die Bohrwelle aufgesetzt, der Meßschieber mittels Feineinstellung und $\frac{1}{20}$ mm-Nonius auf den genauen Durchmesser der herzustellenden Bohrung eingestellt und über die Bohrstahlspitze hinweg gependelt. Der leicht zu verstellende Bohrstahl muß die Schneide des Meßschiebers gerade berühren.

Aber nicht nur bei der maschinellen Bearbeitung, sondern auch in den übrigen Werkstätten lassen sich mit zweckmäßig gebauten Vorrichtungen Einsparungen an Arbeitszeit und Kosten, die mitunter ganz beträchtlich sind, erzielen. Das Reinigen von Radsätzen, Drehgestellen und Lokomotivrahmen, das anderswo mit Schrubbern und Putzlappen unter großem Zeitaufwand besorgt wird, geschieht beim Eisenbahnausbesserungswerk München in einer eigenen Abspritzanlage. Heißwasser von 60 bis 70° Temperatur wird mit Kreiselpumpe auf 12 bis 14 at Druck gebracht und gegen die angeführten Teile gespritzt. Ein Lokomotivrahmen wird auf diese Weise von zwei Mann in drei Stunden sehr sauber gereinigt, während für die Reinigung von Hand 50 bis 60 Gedingestunden bezahlt werden mußten.



Schnitt $\phi - \phi$

Abb. 18. Einstellen der Achslagerbohrstäbe.

für Schaben notwendig. Wirtschaftlicher als das sogenannte »reine Genauigelsen« ist daher ein möglichst genaues Ausgelsen mit nachfolgender Wegnahme eines Spanes von höchstens 1 mm Tiefe. Bei guten Einspannvorrichtungen einer Achslager-

Die Anlage wird seit einiger Zeit auch zur Vorreinigung der ganzen Lokomotiven vor dem Einbringen in die Werkstätte benützt, dabei auch Rauchkammer und Feuerbuchse gründlich gesäubert. Der Vorteil größerer Reinlichkeit in der Richthalle bei den Abbauständen und rascheren Arbeitens der Schlosser, die Schrauben, Bolzen und Muttern nicht erst unter einer dicken Schmutzkruste frei legen müssen, macht diese Maßnahme reichlich bezahlt.

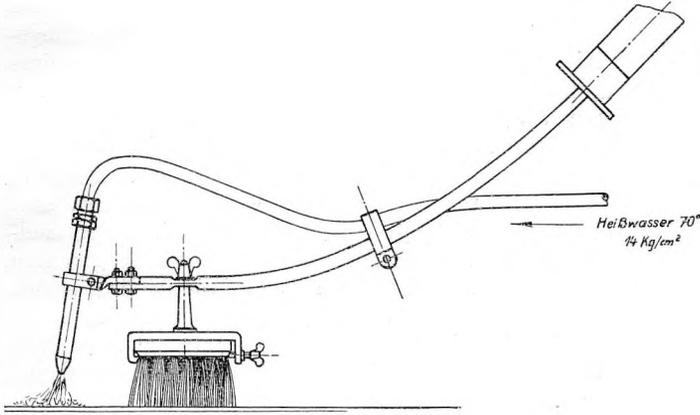


Abb. 19. Reinigen von Verschalungsblechen.

Zum Reinigen von Bekleidungsblechen waren früher zwei Mann benötigt. Der eine besorgte das Abspritzen mit Spritzschlauch, während der andere die eben bespritzte Stelle mit der Schrubberbürste bearbeitete. Durch die gewiss recht einfache Vorrichtung in Abb. 19 kann ein Mann allein dieses Reinigen besorgen, wodurch eine Zeitersparnis von 44% gegenüber dem früheren Verfahren erreicht wird. Es wurde einfach an dem Schrubber mittels Schellen ein Spritzschlauch

wasser im Eimer durch das öftere Eintauchen des schmutzig gewordenen Pinsels sehr rasch unbrauchbar und muß weggeschüttet werden.

Bei dem Waschapparat in Abb. 20 sind diese Mängel beseitigt. Er besteht aus einem Behälter für die Seifenwasserlösung, die durch Druckluft in ein Steigrohr und von da über ein T-Stück in zwei Schläuche gedrückt wird. Am Ende eines jeden Schlauches ist ein Waschpinsel befestigt. Die Flüssigkeit wird den Pinselborsten durch die Bohrung des Pinselstieles und eine Düse zugeführt. Ein in der Schlauchleitung angebrachter Regulierhahn dient zum genauen Einstellen der zuzuführenden Flüssigkeitsmenge. Zum Nachwaschen des Wagens wird reines Wasser verwendet und die Schlauchleitung zu diesem Zweck an die vorhandene Wasserleitung angeschlossen. Die erzielte Zeitersparnis beträgt 55%.

Das Fördern der Lokomotivradsätze von der Richthalle zur Abspritzerei und Räderwerkstätte ohne maschinelle Hilfsmittel ist sehr umständlich und zeitraubend, besonders bei den großen Kropfachsen von vierzylindrigen Lokomotiven, zu deren Fortbewegung drei bis vier Mann erforderlich sind. Zur Förderung mittels eines Lokomotors dient die Vorrichtung in Abb. 21. An diesem mit Benzolmotor angetriebenen Fahrzeuge, das sich beim Eisenbahnausbesserungswerk München sehr gut bewährt hat, wurden zwei einfache Rollen federnd angebaut. Diese schieben die ganze Radsatzgruppe vor sich her, wobei die infolge der Gegengewichte auftretenden Stöße von den Rollen federnd aufgefangen werden. Durch Verwendung einer Kette können die Radsätze auch gezogen werden.

Arbeiterleichternd wirken auch Spannvorrichtungen für Zerlegung und Zusammenbau häufig vorkommender Werkstücke, für die das gebräuchliche Einspannwerkzeug, der gewöhnliche Schraubstock, oft schlecht geeignet ist. So ist das Ein- und Umspannen der Steuerventile der Westinghouse-Luftbremse im Schraubstock nicht nur umständlich und zeit-

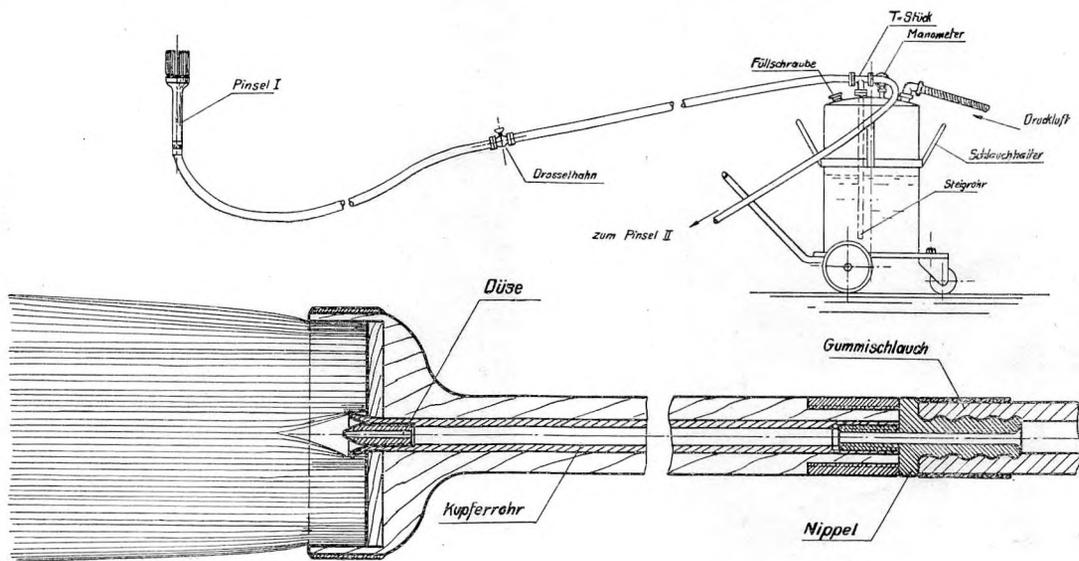


Abb. 20. Wagen-Waschapparat.

samt Düse befestigt; die Zufuhr des Heißwassers kann am Verteilungsstück geregelt werden.

Während man zum Außenreinigen von Personenwagen seit längeren Jahren bereits Spritzapparate mit Bürste verwendet, wird das Innenreinigen der Wagen mit einem Waschpinsel vorgenommen, den der Arbeiter in einen Eimer mit Seifenwasser taucht, um damit Wände und Decken abzuwaschen. Das viele Bücken und Wiederaufrichten des Arbeiters bringt Zeitverlust, außerdem tropft ein Teil des Seifenwassers ab, bevor der Pinsel zur Decke kommt; ferner wird das Seifen-

raubend, sondern es besteht auch die Gefahr, daß die Steuerventile beim Lösen der festsitzenden Schrauben aus dem Schraubstock fallen, weil sie nur an einem kleinen Segment des Flansches gefaßt werden können. Die Vorrichtung in Abb. 22 behebt diese Mängel; das Ventil wird in eine Grundplatte eingeschoben und durch einen Riegel mit Anzugschraube am Herausfallen gehindert. Ein schwenkbarer Hebel, der in der Höhenrichtung durch Schraubspindel verstellbar werden kann, verhindert das Herabfallen des Ventilunterteiles nach Lösung der Flanschschrauben. Die ganze Vorrichtung kann um 90°

gekippt werden, so daß das Ventil von allen Seiten zugänglich ist.

Ebenso ist für Zerlegung und Zusammenbau der meisten Kessel-Feinausrüstungsteile der Schraubstock unzweckmäßig:

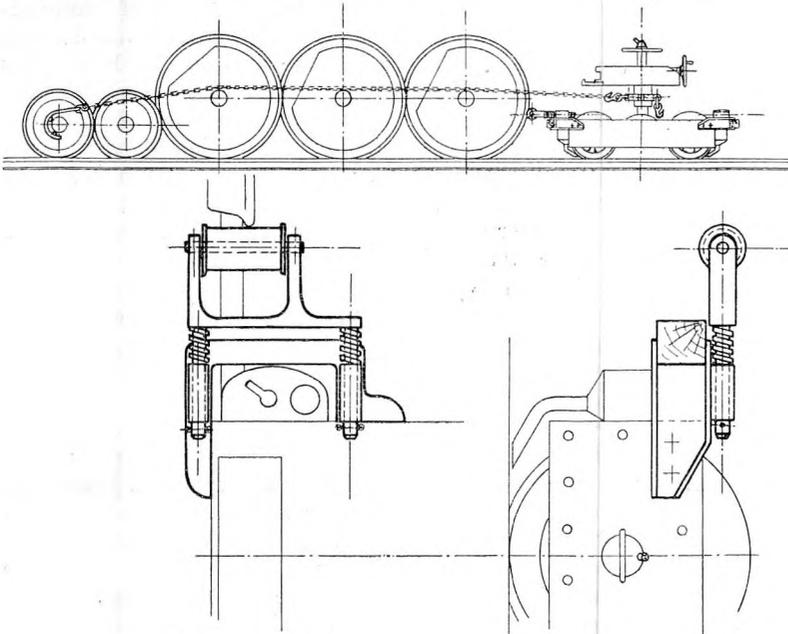


Abb. 21. Fördern von ganzen Radsatzgruppen.

Schwere Teile können nur an einem kleinen Segment des Flansches gefaßt werden, Ausgleiten und Herausfallen der schweren, sperrigen Teile gefährdet den Arbeiter; durch den einseitigen Druck werden verschiedene Teile öfters undicht

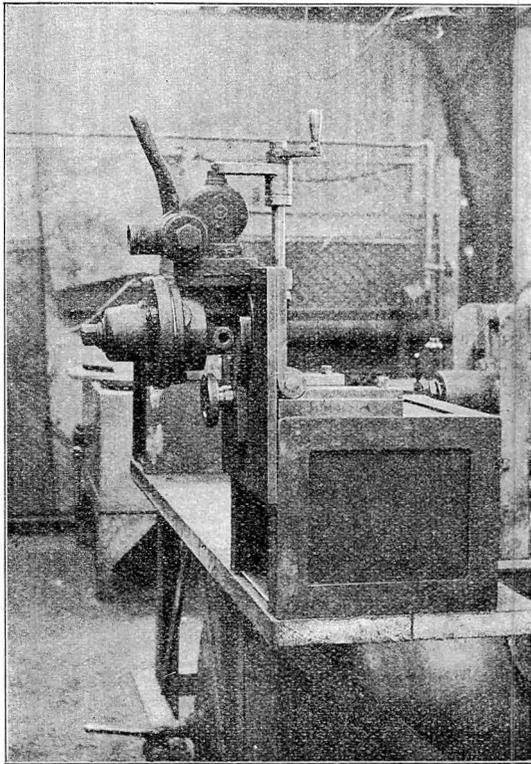


Abb. 22. Werkbank für Steuerventile.

und unbrauchbar; die schweren Teile müssen öfters umgespannt werden, wozu ein Helfer benötigt wird; die Stellung der Werkstücke ist teilweise ungeeignet, so daß umständliche und zeitraubende Griffe nötig werden.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeutet daher die vom Eisenbahnausbesserungswerk München (Werkmeister Plank) ausgeführte Werkbank für Kessel- und Rahmen-Armaturen (Abb. 23), ein Meisterstück fruchtbringender Kleinarbeit in der Durchforschung von Arbeitsgängen. Sie ist mit verschiedenen, sehr zweckmäßig und schnell zu bedienenden Spannvorrichtungen ausgestattet; die benötigten Schraubenschlüssel sind, wie auf dem Lichtbild gut erkennbar ist, sorgfältig ihren Sonderzwecken angepaßt und mit Kurbelgriff versehen. Die Gedingezeit für das Zerlegen der ganzen Feinausrüstung eines großen Kessels konnte von 20 Stunden auf sieben Stunden gekürzt werden. Eine weitere Kürzung ergibt sich durch Reihenarbeit infolge Austauschbaues. Die abgebauten Feinausrüstungen kommen ins Austauschlager und von dort in Aufträgen von vier bis acht gleichen Stücken zur Zerlegung und weiteren Instandsetzung. Die Normung dieser heute noch geradezu unglaublich mannigfachen Teile wird sowohl die Bestände des Austauschlagers verringern können, als auch die Stückzahlen der Instandsetzungsaufträge gleicher Teile weiterhin erhöhen, beides zum Zwecke weiterer Arbeitsverbilligung.

Wie die im vorstehenden angeführten Beispiele beweisen, sind die Möglichkeiten und Hilfsmittel zur Verbesserung der Arbeitsgänge im einzelnen wie ihres Zusammenhanges, der Werkorganisation im ganzen, sehr zahlreich und verschiedenartig. »Es gibt nichts, was nicht noch wirtschaftlicher gestaltet werden könnte«. Dementsprechend groß sind die bei zielbewusster Durchführung von Arbeits- und Zeitstudien zu erreichenden Ersparnisse an jährlichem Lohnstundenaufwand. Die Übersicht 2, sowie Abb. 24 bis 26 bringen dafür Belege auf

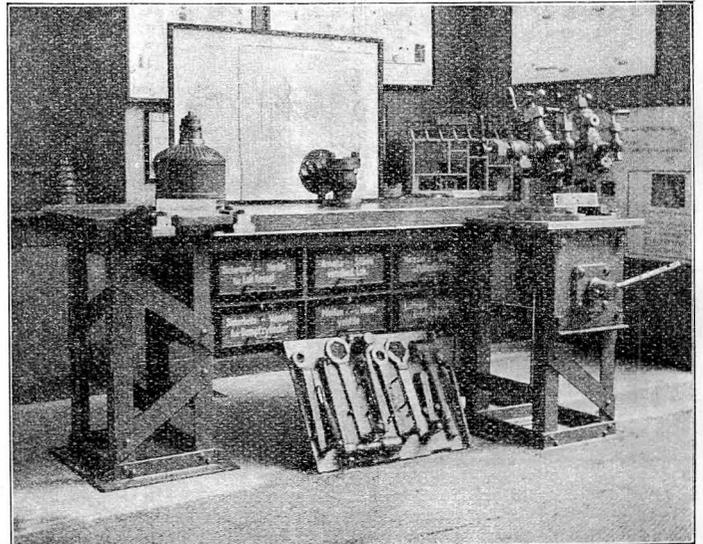


Abb. 23. Werkbank für Kessel- und Rahmenarmaturen.

Grund abgeschlossener Zeitaufnahmen. Es sind die Gedingezeiten für die der Zeitaufnahme unterzogenen Arbeitsgänge verglichen, wie sie an einem festen Stichtag, nämlich dem Tag der Einführung der Zeitaufnahmen, am 1. Oktober 1924, gewährt wurden und wie sie nunmehr, nach Zeitaufnahme bewilligt werden. Die Zeitermittlung durch Schätzung hatte vor Einführung des Zeitstudienverfahrens in den Jahren 1923 und 1924 Herabminderung der Gedingezeiten fast gar nicht mehr oder nicht in nennenswertem Umfang vorgenommen und auch nicht vornehmen können, weil ein einwandfreies Verfahren der Zeitfestsetzung in Streitfällen fehlte. Mit Beginn der Zeitaufnahmen durch besonders ausgebildetes und hinsichtlich Prüfung der Arbeitsgänge

und Verlustzeiten besonders geschultes Personal ergaben sich naturgemäß für die Zeitschätzung sicherere Unterlagen, als sie vorher vorhanden waren, ferner Anhaltspunkte und Musterbeispiele für Zeitenberechnungen. Auf Grund dieser Vergleichsmöglichkeiten konnten auch die Zeitschätzer nunmehr die von ihnen auf Grund der Schätzung bewilligten Gedingezeiten

Übersicht 2. Zeitaufnahmen vom 1. 7. bis 15. 9. 25.

Eisenbahnausbesserungswerk München.

Fertigungs- Gegenstand	Arbeits- gang	Jährlicher Anfall in München	Gedingezeit		Ersparnis		Bemerkungen
			vor	nach	in jährlichen Stunden	in %	
			der Zeitaufnahme				
Übertrag . .			52204	31194	21010	40,3	
7/8" niedr. Mutter	fräsen	4000	1332	1100	232	17,3	A
Schieberringe G 3/4	ab- stechen, egal. und eindreihen	800	1120	350	770	68,7	A
Stellkeilschrauben für Treibstangen S 3/5 ND und HD P 3/5 HD	drehen	800	1120	356	764	68,0	A W
Abschluss für Dampfheizleitungen	drehen u. Gewinde- schneiden	500	1290	580	710	55,0	A
Bolzen	drehen	3890	4120	767	3353	81,4	A
Zwischenringe für Kolbenschieber	drehen	490	2245	656	1589	70,6	A
Ausgleichpuffer	ab- und anbauen	500	955	525	430	46,0	A/W
Kastenbekleidung von 4-achsigen Personenwagen	ablechen	60	3480	2013	1467	42,0	O/W
Lokomotivabbau, teilweise G 3/4	abbauen	70	2345	1195	1150	49,0	A
Desgl. P 3/5 HD	abbauen	30	1260	578	682	54,2	A
Einsätze für Kesselspeiseventile G 3/4, P 3/5	drehen	300	420	208	212	50,5	A
Stehbolzen wechseln	—	67600	53737	34511	19226	35,4	O/W
Wagen reinigen der Polsterabteile	—	374	30879	18802	12077	39,1	O
Summa . .			156507	92835	63672	40,7	

Bemerkungen: A = Änderung des Arbeitsganges, O = Ordnung des Arbeitsganges, W = Weitere Verbesserung bereits eingeleitet.

nachprüfen und, wo nötig, berichtigen. Das wurde auch fast überall durchgeführt, die Gedingezeitkürzungen lagen zwischen 10 und 15%. Weil diese Berichtigungen der früher zu hoch gegebenen Gedingezeiten ohne die Einführung von Zeitaufnahmen nicht möglich gewesen wären und außerdem die Zeitstudien eine ganze Reihe von mittelbaren Anregungen zur

an Lohnstunden jährlich wiederkehren, ist der dargestellte Verbesserung von Arbeitsgängen gebracht haben, deshalb ist eine statistische Erfassung ihrer mittelbaren und unmittelbaren Einflüsse nur durch Vergleich mit einem festen Stichtag möglich. Die von den Betriebsabteilungen, teils aus eigenem Antrieb, teils in eifriger Mitarbeit vorgenommenen Verbesserungen der abgestoppten Arbeitsgänge sind in dieser Statistik mit enthalten. Abb. 25 und 26 zeigen für verschiedene, beliebig herausgegriffene Arbeitsgänge die vor Einführung von Zeitaufnahmen ziemlich unveränderten Gedingezeiten vom 1. Oktober 1923 und 1. Oktober 1924, die Kürzung der Gedingezeiten durch den Zeitschätzer bis zur Zeitaufnahme selbst und die Änderung des bewilligten Stundenaufwandes nach der Zeitaufnahme. Die letzteren Kürzungen sind, wie erwähnt, hauptsächlich infolge der Verbesserungen der Arbeitsverfahren so durchgreifend. Ähnliche Entwicklung der Gedingezeiten im Laufe der letzten Jahre zeigen sämtliche übrigen bisher durchforschten Arbeitsgänge.

Abb. 24 zeigt die Ersparnisse aus Zeitaufnahmen eines Eisenbahnausbesserungswerkes in den ersten neun Monaten nach Einführung; während die Ersparnisse oder auch Minderausgaben

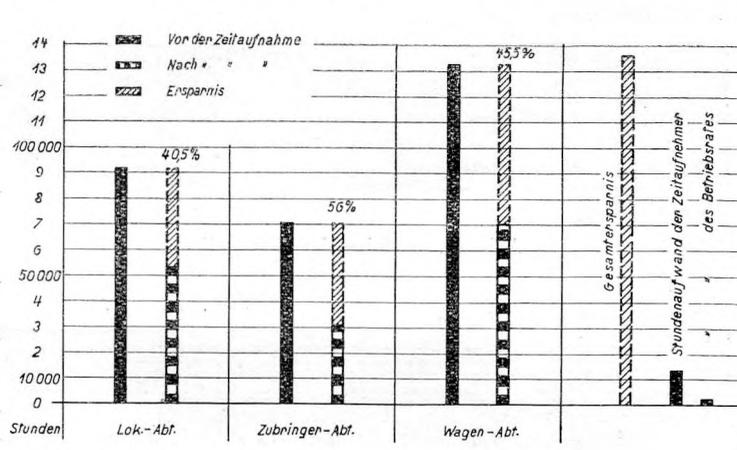


Abb. 24.

Ergebnis der Zeitaufnahmen vom 15. Mai 1925 bis 15. Februar 1926.

Stundenaufwand der Zeitaufnehmer und des während der Zeitaufnahme anwesenden Betriebsratsmitgliedes nur einmal notwendig.

Der höhere Vomhundertsatz der Ersparnisse bei den aufgenommenen Arbeitsgängen in der Zubringerwerkstätte gegenüber den Richthallenarbeiten ist vor allem auf die heutige Reihenarbeit bei Neuanfertigung und Instandsetzung gegenüber der früher üblichen und früher auch nicht anders möglichen Einzelfertigung zurückzuführen. Dieses in den meisten Werken beobachtete Ergebnis verhältnismäßig höherer Ersparnisse aus Arbeitsumstellungen und Zeitaufnahmen in den Zubringerwerkstätten infolge planmäßiger Weiterausgestaltung der Reihenfertigung ist besonders bemerkenswert. Die Einführung der kurzen Fristen für die Fahrzeugausbesserung hat die Zahl der früher benötigten Stände in den Richthallen wesentlich abgesenkt. Es können daher den Richthallen, abgesehen von der Platzgewinnung für günstiger liegende Stofflager und Austauschlager, mehr Fahrzeuge zur jährlichen Ausbesserung zugewiesen werden und unwirtschaftlich arbeitende, ältere Werke aufgelassen werden. Die in Fachschriften verschiedentlich verbreitete Ansicht, daß die Zubringerwerkstätten nunmehr im Verhältnis zu den Richthallen zu knapp bemessen seien, trifft vielfach nicht zu. In den mechanischen Werkstätten lassen sich durch Reihenfertigung, ferner durch das günstigere Anwendungsgebiet für wirtschaftliche Vorrichtungen ungleich

höhere Leistungssteigerungen erzielen als in den Richthallen; außerdem tritt durch den Ankauf genormter Teile einerseits, die Verlegung der Maschinen für reine Palsarbeiten in die Richthallen andererseits eine wesentliche Entlastung ein.

Die Frage, wo Zeitaufnahmen in erster Linie anzusetzen sind, läßt sich kurz beantworten: wo der größte wirtschaftliche Erfolg zu erwarten ist. Innerhalb des Zusammenarbeitens der sogenannten fünf bis sechs »Mutterwerke« für jedes Arbeitsgebiet unter einem »führenden Werk«, das die besten Arbeitsgänge feststellt, durchprüft und zur Vervielfältigung dem Dezernat für wissenschaftliche Betriebsführung bei der Reichs-

Abteilung mit Zeitaufnahmen viel erreicht werden könnte; es ist doch alles so in Ordnung, daß kaum viel zu verbessern ist, außerdem haben wir doch mit Instandsetzungsarbeiten zu tun, nicht mit Neufertigung; die Arbeiten sind also viel zu verschieden, als daß mit wissenschaftlicher Betriebsführung Nennenswertes zu erreichen wäre.« Diese häufig zu hörende Ansicht ist wohl heute überall aufgegeben worden. Die Widerstände von Seiten einzelner Meister, für welche die eine oder andere Niederschrift zur Zeitaufnahme gerade kein Ruhmesblatt darstellte, haben meist einem verständigen und teilweise sogar sehr regen Mitarbeitern Platz gemacht. Die beharrliche Verfolgung wirtschaftlicher Ziele, von der abgeraten wurde, weil »man doch tagelang schon darüber beisammen gestanden und Tag und Nacht darüber nachgedacht, aber nur das Unmögliche eingesehen habe«, ließ die Ziele erreichen und die Gegnerschaft nicht nur verstummen, sondern allmählich auch zu eifriger Mitarbeit, teilweise zu selbständiger Weiterarbeit mitreissen.

Die Belegschaft erkannte nach wenigen Monaten in dem Zeitaufnahmeverfahren ein Mittel zu richtiger Festsetzung von Gedingezeiten, das unbeirrt von der Parteien Gunst oder Mißgunst rein sachlich arbeitete und als wichtigstes Ziel die Verbesserung der Arbeitsverfahren verfolgte. Die anfangs öfters gestellten Anträge auf Wiederholung von Zeitaufnahmen verschwanden bald, nachdem bei solchen Wiederholungen fast durchwegs weitere kleine Kürzungen der Gedingezeiten, jedenfalls aber keine Erhöhung sich ergab. Die Zusicherung, daß die durch die Stoppuhr festgestellten Gedingezeiten fest bleiben, solange die Verwaltung das Arbeitsverfahren nicht ändert, ohne Rücksicht auf die Höhe des später erarbeiteten Überverdienstes, hat das bei geschätzten Zeiten überall übliche Zurückhalten mit der Arbeitsleistung, wenn der Gedingeüberverdienst eine bestimmte Grenze überschreiten würde, das den Werkstättfachleuten gut bekannte »Bremsen« endlich beseitigt, wenigstens bei Arbeitern, die größtenteils nach abgestoppten Gedingezeiten arbeiten. Bemerkenswert ist hier ein Beispiel aus einer Kesselschmiede. Die Zeitaufnahme über die wichtigsten Kesselschmiedarbeiten, den Stehbolzenwechsel, brachte in dem betreffenden Werk eine Kürzung der Gedingezeiten um 35 bis 40%; die von den Kesselschmieden dringend verlangte und eingehend vorgenommene Wiederholung der umfangreichen Zeitaufnahme zeigte das gleiche Ergebnis. In den nächsten Monaten schlossen die Kesselschmiede fast ohne Überverdienst ab; die Werkleitung erkannte das absichtliche Zurückhalten mit der Leistung und blieb auf Grund der einwandfreien Zeitaufnahmen allen Angriffen gegenüber fest. Als eine Kesselschmiedgruppe sich anscheinend in der Schätzung ihres Überverdienstes verrechnet hatte und mit 20% Überverdienst aus der Reihe fiel, gaben auch die andern das »Bremsen« auf und erzielten in den folgenden Monaten teilweise Überverdienste von 30 v. H., einige sogar noch darüber.

Das letzte Beispiel, sowie die ganzen übrigen Erfahrungen beweisen, daß Erfolge aus Arbeits- und Zeitstudien nur erzielt werden können, wenn der Werkdirektor mit allem Nachdruck die Arbeiten der Zeitstudiengemeinschaft fördert. Sorgfältige Auswahl nur der tüchtigsten Handwerker oder Meister zum Zeitaufnahmedienst ist die weitere Voraussetzung zum Erfolg.

6¾ HD. 2 Zylinder abbauen

1. 10. 23	54,00
1. 10. 24	54,00
v. Z. Aufn.	48,00
n. Z. Aufn.	24,50

Abänderung v. 150 Lok. 4 4 25 Std. Ersparnis = 54,62%

→ Stunden

Armaturzerlegung einer Lok. 6¾ HD.

1. 10. 23	28,00
1. 10. 23	28,00
v. Z. Aufn.	26,00
n. Z. Aufn.	10,63

jährliche Ersparnis 1737 Std. = 62%

→ Stunden

Abb. 25. Erfolge der Zeitstudien.

Stangensteilkeilschrauben

1. 10. 23.	4,88
1. 10. 24.	4,88
v. Z. Aufn.	3,48
n. Z. Aufn.	0,49

jährliche Ersparnis 2730 Std. = 90%

→ Stunden

Zwischenringe f. Schieber

1. 10. 23.	222,50
1. 10. 24.	222,50
v. Z. Aufn.	222,50
n. Z. Aufn.	54,10

jährliche Ersparnis 1178 Std. = 75%

→ Stunden

Fertigdrehen v. Buchsen

1. 10. 23.	0,83
1. 10. 24.	0,83
v. Z. Aufn.	0,83
n. Z. Aufn.	0,416

jährl. Ersparnis 10820 Std. = 50%

→ Stunden

Abb. 26. Erfolge der Zeitstudien.

bahndirektion Berlin vorschlägt, sind vor allem zu untersuchen: Arbeiten, die sehr häufig wiederkehren, ferner Arbeiten mit hoch überschätzten Gedingezeiten, Arbeiten der wertvollen Maschinen, besonders neueren, größeren Maschinen, außerdem Arbeiten, deren Zeitenkürzung die Abkürzung wichtiger Fristen zur Folge hat.

Die Einführung der Zeitaufnahmen begegnete vielfach anfangs größeren Schwierigkeiten bei Belegschaft und Werkbeamten. »Ich kann mir nicht vorstellen, daß bei meiner

Drehzahlveränderliche Elektroantriebe in Eisenbahnwerkstätten

mit besonderer Berücksichtigung des Stromartproblems.

Von Baureferendar v. Grundherr.

Der in steigendem Maße zur Anwendung kommende Einzelantrieb von Werkzeug- und anderen Maschinen läßt in vielen Fällen die Wahl regelbarer Motoren wünschenswert erscheinen. Obgleich solche Einrichtungen in großer Zahl auf dem Markte sind und sich in vielen Fällen vorzüglich bewährt haben, sind sie doch in verhältnismäßig geringer Zahl in den Eisenbahnwerkstätten vertreten. Es mag daher die folgende kurze Zusammenstellung diese oder jene Anregung bieten.

Es gibt bekanntlich 1. Motoren mit »Hauptstromcharakteristik«, das ist mit inkonstanter, dem Drehmoment umgekehrt proportionaler Drehzahl und 2. Motoren mit »Nebenschlusscharakteristik«, das ist mit einer vom Drehmoment nahezu unabhängigen Drehzahl.

Unter die erste Gruppe fallen Hebezeug- und Bahnbetriebe aller Art, von denen die letzteren also für den Werkstättenbetrieb unwesentlich aus der weiteren Behandlung ausscheiden sollen. Die Gründe für die Bevorzugung der genannten Maschinen im Kranbetrieb sind neben der besonders wichtigen hohen Anzugkraft die vom Drehmoment nur wenig abhängige Höchstleistung (bei hoher Belastung ist ja die Geschwindigkeit klein) und die rasche Bewegung kleiner Lasten. Wo immer Gleichstrom vorhanden ist, findet sich im normalen Hauptstrommotor ein geradezu ideales Antriebsmittel. Wegen der Nachgiebigkeit dieses Motors ist die Regelung hier von geringer Bedeutung; sie wird stets in einfacher, allerdings unwirtschaftlicher Art mit Hilfe von ohnehin für das Anlassen benötigten Vorschaltwiderständen durchgeführt, welche ohne besondere Zuleitungen die Möglichkeit der Fernsteuerung bieten und gleichzeitig zur Einrichtung einer Kurzschlussbremse herangezogen werden können. Nicht so einfach liegen die Verhältnisse in Drehstromnetzen. Drehstrom-Kommutatormaschinen sind für derartig rauhe und meist ohne genügende Wartung arbeitende Betriebe wenig geeignet und zudem sehr teuer; sodann bietet ihr besonderer Vorteil, die wirtschaftliche Regelbarkeit gerade hier wenig Anwendungsmöglichkeiten. In den weitaus überwiegenden Fällen wird man daher zum normalen Drehstrom-(Asynchron)Motor mit seiner freilich unerwünschten Nebenschlusscharakteristik greifen. Seine besonderen Vorzüge sind größte Betriebssicherheit und Anspruchslosigkeit in bezug auf Wartung bei hohem Wirkungsgrad. Durch Regulieranlasser mit Läuferwiderständen kann sein an sich ungünstiges Drehzahlverhalten dem des Hauptstrommotors genähert und seine Anzugkraft wesentlich erhöht werden; für elektrische Fernsteuerung ist diese Regulierweise wegen der bei größeren Leistungen außerordentlich hohen Läuferströme wenig geeignet. Auch die bei großen Belastungen auftretenden hohen Leistungsspitzen lassen sich nicht wegbringen, während die Beförderung kleinerer Lasten ohne Geschwindigkeitserhöhung vor sich gehen muß. Endlich bilden die Bremsschaltungen im Generator- und Gegenstrombetrieb (erstere nur im übersynchronen Lauf, letztere meist zum Abstoppen) wegen ihrer Abhängigkeit vom Netz wenig Vorteile. Es zeigt sich also, daß in einer Reihe von Fällen für schwere oder besonders umfangreiche Kran- und Schiebebühnenanlagen, sowie Drehscheiben die Schaffung besonderer Gleichstromnetze vorteilhaft werden kann; für Einzelzwecke, wie Hubmagnete, Spannplatten und Ladeeinrichtungen ist diese Stromart ohnehin unentbehrlich. Dennoch wird namentlich in allen kleineren Betrieben unbeschadet mancher Nachteile der anspruchlose Drehstrommotor oftmals die bessere Lösung darstellen.

Nicht unähnlich liegen die Verhältnisse bei der zweiten Gruppe von Antrieben, in der wir die Maschinen mit nahezu unabhängiger Drehzahl zusammengefaßt haben. Die Motoren

dieser Art kommen als Gruppen- und Einzelantriebe für sämtliche Werkzeugmaschinen größerer Leistung fast ausschließlich in Frage. Wo Drehstrom vorhanden ist und keine Regelbarkeit verlangt wird, stellt der Asynchronmotor mit Kurzschluss- oder Schleifringanker eine jeder anderen überlegene Antriebsart dar, da auch dem allein nachteilig wirkenden, besonders bei Unterbelastung auftretenden geringen Leistungsfaktor dieser Maschine heute erfolgreich entgegengearbeitet werden kann. Nur für die Drehzahlregelung ist bisher eine wirtschaftliche Lösung noch nicht gefunden. Die wirtschaftlichste Art der Drehzahlbeeinflussung durch Spannungsänderung ist wegen der quadratischen Rückwirkung auf das Drehmoment fast immer undurchführbar. Auch Regulierung durch Frequenzverschiebung ist bis heute kaum ausgeführt, dagegen sind polumschaltbare und gleichzeitig oder allein durch Läuferwiderstände regelbare Motoren immerhin zur Anwendung gekommen. Beide Methoden stellen freilich eine Art Notbehelf dar, da erstere (allein verwendet) nur wenige grobe Stufen gestattet und überdies neben der nachteiligen Einwirkung auf den Wirkungsgrad sehr verwickelte Schaltapparate erfordert, letztere einen der Drehzahländerung proportionalen Energieverlust und hier unerwünschte Abhängigkeit der Drehzahl vom Bremsmoment mit sich bringt. Die seit einigen Jahren herausgekommenen Drehstromkommutatormotoren mit Nebenschlusscharakteristik können zwar durch Spannungsänderung (mit Anzapftransformatoren) oder durch Bürstenverschiebung weitgehend und in wirtschaftlichster Weise geregelt werden, sind aber nicht unempfindlich und außerordentlich teuer. In einem dem Verfasser bekannt gewordenen Einzelfall*) war der Preis einer solchen Maschine 2,5mal so hoch als der eines in denselben Grenzen regelbaren Gleichstromnebenschlussmotors und betrug mehr als das vierfache einer normalen Drehstrom- oder Gleichstrommaschine; hierzu kam noch als besonders ungünstiger Umstand, daß in diesem Fall das von dem Kommutatormotor abnehmbare Drehmoment genau im Gegensatz zu den Erfordernissen des Betriebs bei der niedrigsten Drehzahl den kleinsten Wert gehabt hätte. Hier liegen bei Gleichstrom die Verhältnisse wesentlich günstiger. Schon der normale Nebenschlussmotor läßt in den meisten Fällen durch Feldschwächung eine 20 bis 50%ige Drehzahl-erhöhung bei konstanter Leistung (also abnehmendem Drehmoment) zu. Maschinen mit eingebauten Wendepol- und Kompensationswicklungen gestatten durch Nebenschlussregler (also Feldveränderung) eine höchst wirtschaftliche und dabei fast stetige Drehzahlerhöhung bis um 200%. Dabei kann — dies ist für den Antrieb größerer Tischhobel- und Stofsmaschinen besonders nutzbringend — die kinetische Energie einmal beschleunigter Massen bei der Abbremsung großenteils ins Netz zurückgeliefert werden. Während die Nebenschlussregelung, die mit konstanter Leistung durchgeführt wird, in ihrem Regelbereich immerhin beschränkt ist, ist dies bei der Beeinflussung durch Änderung der zugeführten Spannung kaum mehr der Fall. Ihre Änderung durch Anker-Vorschaltwiderstände herbeizuführen ist hier aus den gleichen Gründen wie bei der Läuferwiderstandsregelung der Asynchronmotore unzulässig. Schon wesentlich günstiger gestaltet sich die Regelung durch wahlweisen Anschluß an unsymmetrische Mehrleitersysteme. Dieses Verfahren ermöglicht eine größere Zahl von wirtschaftlich arbeitenden Stufen, bedingt aber umfangreichere Schaltapparate. In dieser Beziehung ist die Spannungsregelung durch einen besonderen Generator, Anlafmaschine genannt, besonders vorteilhaft (Ward-Leonardschaltung): die Drehzahl

*) Es handelte sich um einen Radsatzdrehbank-Antrieb.

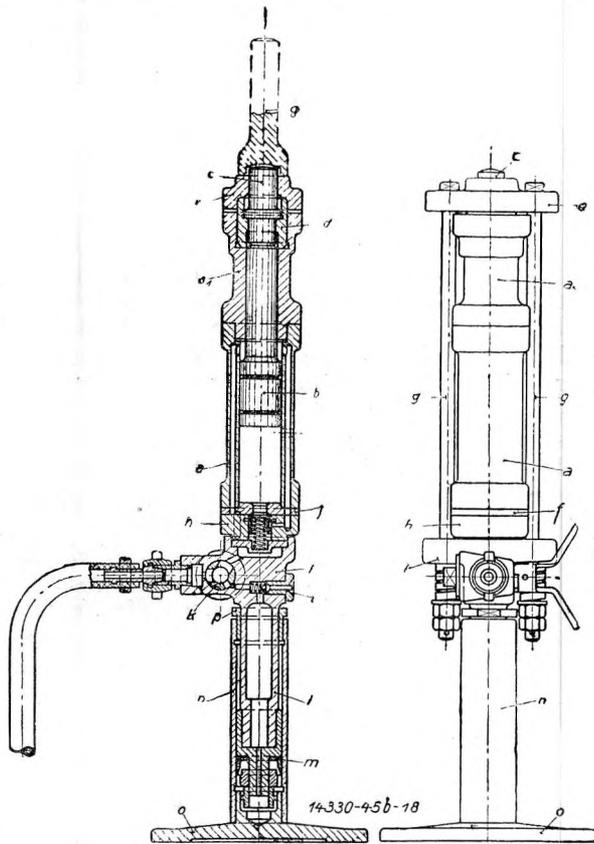
dés dauernd voll erregten Motors kann mit der Spannung der Anlafmaschine durch deren Nebenschlussregler vom Stillstand bis zur Höchstgeschwindigkeit fortlaufend eingestellt werden. Der gleiche Regler ermöglicht Bremsung mit Energierückgewinnung und (als Umkehrregler ausgebildet) ohne weiteres auch Rückwärtslauf. Als Nachteil der Ward-Leonardschaltung sei jedoch angeführt, daß Motor und Anlafmaschine nach dem größten auftretenden Drehmoment und der Höchstgeschwindigkeit (entsprechend der Regelung mit konstantem Moment) bemessen werden müssen, was oft im Werkstättenbetrieb zu unerwünscht großen Abmessungen führt. Gleichwohl verdient diese Antriebsart eine allgemeinere Beachtung, da die Anlafmaschine (in Verbindung mit der kleinen Erregerdynamo) durch normale Drehstrom- oder Gleichstrommotoren sowie jede beliebige andere Triebkraft angetrieben werden kann.

Da die vorstehende Besprechung der Antriebsarten die größere Verwendungsmöglichkeit von Gleichstromregelmotoren dargetan hat, so sei der Aufbau der zugehörigen Netze noch kurz besprochen. Die Behandlung dieser Aufgabe darf jedoch nicht ohne Zusammenhang mit zwei anderen, heute viel erörterten Problemen, den Fragen der Phasenverschiebungskompensation und der Vorwärmausnutzung in Anzapfturbinen, geschehen. Wegen der bei Gleichstrom unvermeidlichen Leitungs-

verluste wird man diesen nicht zentral erzeugen, sondern in den Verbrauchsmittelpunkten Synchron- bzw. Einankerumformer aufstellen, die gleichzeitig als Phasenschieber dienen. Die hierfür nötige hohe Erregung hilft gleichzeitig die Gefahr des Ausertretfallens bei Belastungsstößen beseitigen. Nach Möglichkeit wird man jedoch diese Aggregate selbst unter Inkaufnahme größerer Gleichstromleitungsverluste mit einer auskuppelbaren Vorwärmerturbine versehen. Derartige dampfangetriebene Umformersätze bieten eine außerordentlich weitgehende Anwendungsmöglichkeit, da sie neben der Gleichstromerzeugung, Phasenkompensation und Vorwärmausnutzung, gleichzeitig eine gewisse Betriebsreserve darstellen. Schwieriger ist der Aufbau von Mehrleiternetzen, da die hierbei zur Anwendung kommenden Ausgleichaggregate die bei Gleichstrom unangebrachte Zentralisation erheischen. Dies und die hohen Anschaffungskosten dürften für die heute geringe Verwendung solcher Netze die ausschlaggebenden Gründe sein. Dennoch sollte ihre Errichtung wegen der mancherlei sich bietenden Nebenvorteile nicht ganz außer acht gelassen werden. Ein aus den Teilspannungen $230 + 80 + 130 = 440 \text{ V}$ aufgebautes Fünfleiternetz bietet neben vier bis fünf Spannungsstufen noch die Möglichkeit die Teilspannungen für alle möglichen Zwecke z. B. für den Betrieb von Handbohrmaschinen und Niedervoltstromkreisen nutzbar zu machen.

Entkupplungshammer.

Der Entkupplungshammer, ein Preßlufthammer zum Herausreiben der Kupplungsbolzen zwischen Lokomotive und Tender, arbeitet mit einem Überdruck von 4 bis 7 at. Da der Luftverbrauch nur etwa 1,4 bis 1,5 m³ angesaugte Luft in der Minute beträgt, kann



der Hammer auch von der Lokomotiv-Kompressorpumpe für die Druckluftbremsen gespeist werden. Es ergibt sich dadurch der Vorteil daß der Hammer auch außerhalb der Werkstätten, beispielsweise bei Entgleisungen auch von der entgleisten Lokomotive oder von

der Lokomotive des Bauhilfszuges, in Betrieb gehalten werden kann. Die kleinste im Eisenbahnbetrieb vorkommende Kompressorpumpe ist instande, den Hammer etwa vier Minuten in Betrieb zu halten, wenn der Anfangsdruck der im Hauptluftbehälter der Lokomotive befindlichen Luft 7 at beträgt. In dieser Zeit sind auch meistens die Bolzen entfernt. Bei einer längeren Arbeitszeit ist nach dieser Betriebszeit eine Pause von zwei Minuten einzulegen, damit sich der Luftdruck des Behälters wieder erholt.

Der Entkupplungshammer wiegt etwa 35 kg, er ist mit einem pneumatischen Vorschub versehen, damit der Hammer dem gelösten und dann zurückweichenden Kupplungsbolzen folgen kann. Der eigentliche Schlaghammer (siehe Abb.) besteht im wesentlichen aus Zylinder a, Schlagkolben b, Zwischenkolben und Schlagdöpper c, Zwischenführung d, vorderem und hinterem Zylinderdeckel e bzw. f, Spannschrauben g und Steuerung h. Nur Schlagkolben, Zwischenkolben und Steuerventile sind dem Verschleiß unterworfen. Der pneumatische Vorschub besteht aus dem Hammerkopf i, Regulierhahn k mit Luftanschluss, Auslaßkegel l, der Manschette m mit Führung, dem Vorschubzylinder mit Verschraubung und dem Fußstück o. Von diesen Teilen unterliegen nur Manschette m und Verschraubung p des Vorschubzylinders einem geringen Verschleiß.

Der Hammer wird durch einen Preßluftschlauch von 16 mm lichter Weite der auch zum Anschluss von Niethämmern dienen kann, mit der Preßluft verbunden.

Zur Inbetriebnahme des Hammers wird der Regulierhahn k langsam geöffnet. Zunächst tritt die Preßluft in den Vorschubzylinder n und drückt den Hammer mit dem Schlagdöpper gegen den auszutreibenden Bolzen, worauf dann auch gleichzeitig das leichte Anschlagen des Hammers beginnt. In wenigen Sekunden ist die größte Schlagstärke erreicht. Je höher der Luftdruck, desto günstiger ist auch das Arbeiten des Hammers, so daß möglichst dafür zu sorgen ist, daß der Betriebsdruck 6 bis 7 at beträgt. Beginnt der Hammer zu schlagen, so tritt eine Lockerung des Bolzens meist sehr schnell ein.

Wenn der vordere Zylinderdeckel e beim Zurückweichen des Bolzens zum Anliegen kommt, ist der Hammer abzustellen. Man läßt dann aus dem pneumatischen Vorschub die Luft ab, so daß der Hammer zurücksinkt, und setzt einen längeren Aufsatzdorn (q) von 160 statt 80 mm Länge auf den Schlagdöpper. Genügt auch dieser noch nicht zum Herausreiben des Bolzens, so wird ein noch längerer Aufsatzdorn (240 mm) aufgesetzt.

Der Hammer wird von der Deutschen Maschinenfabrik A.-G. in Duisburg hergestellt.