

## IV. Deutsche Vorwärmerbauarten.

Sie beruhen fast alle auf der Oberflächenkondensation des Abdampfes, wobei nur die Dampfwärme zurückgewonnen wird. Vorwärmungen durch den Abdampf wurden bereits im Jahre 1852 bei den hannoverschen Staatseisenbahnen angewendet. Bei der Kondensationsanlage von Kirchweyer erwärmte ein Teil des Abdampfes das Wasser in Tender bis zur Siedehitze, wodurch Kohle- und Wasserersparnis eintrat. Hierbei ergab sich aus verschiedenen Versuchen eine Kohlenersparnis von 19 bis 31%. Mit einer anderen, einfacheren, der Rohrbeck'schen Einrichtung wurden Versuche zur Erwärmung des Tenderwassers gemacht, bei der gleichfalls der Auspuffdampf benutzt wurde.

Trotz der augenscheinlichen Vorteile wurde damals die Speisewasservorwärmung bei Lokomotiven nicht eingeführt, da durch die Dampfstrahlpumpe eine einfache, ebenfalls vorwärmende Einrichtung gegeben war, welche die umständlichen, damals üblichen

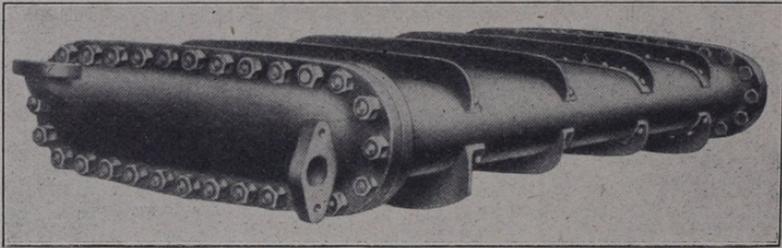


Abb. 118. Vorwärmer Bauart „Schichau“.

langhübrigen Pumpen ersetzt. So geriet die Vorwärmung nach und nach in Vergessenheit, bis der alte Gedanke in den letzten 10 Jahren wieder aufgenommen wurde, um die großen Anforderungen zu bewältigen, die an die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven gestellt wurden.

Seit 1912 sind u. a. die bekanntesten Abdampf-Vorwärmerbauarten in Deutschland: Atlaswerke (Bremen), Schichau (Elbing), Vulkan (Stettin) und Knorr (Berlin-Lichtenberg). Alle von ihnen enthalten ein Röhrensystem aus Messing-, Kupfer- oder Eisenröhren, das vom Kesselspeisewasser in mehrfachen Durchgängen durchzogen und außen durch den Abdampf erhitzt wird.

Abdampfvorwärmer Bauart „Schichau“; Zweikammer-Vorwärmer (Abb. 117 u. 118). Rohre *h* sind aus Messing, Rohrwände *e* aus Flußeisen. An letztere ist Mantel *a* unmittelbar angeschweißt. Kaltes Speisewasser wird an der linken Vorwärmerseite mittels einer Wasserpumpe durch Rohr *f* eingeführt, durchzieht die Rohre mehrmals in Schlangenwindungen, genötigt durch die Rippen *d* in den Deckeln *c* der Wasserkammern, und tritt am vorderen Ende der linken Wasserkammer aus dem Vorwärmer. Abb. 119 zeigt die Einrichtung von Pumpe und Vorwärmer an der verstärkten

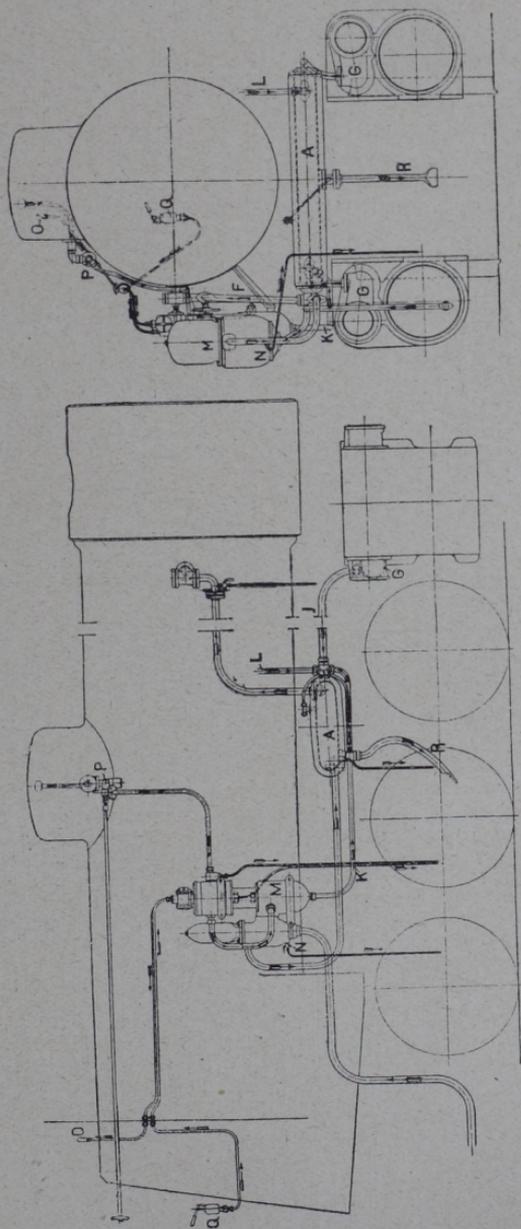


Abb. 119. Schichau-Vorwärmer an der preussischen G<sub>3</sub>-Lokomotive.

D-Heißdampf-Güterzuglokomotive. Vorwärmer A liegt unter dem Langkessel. Der Lokomotivzylinder-Abdampf wird bei G entnommen und geht durch Rohr J in den Vorwärmer A. Das Speisewasser gelangt mittels der Knorr-Pumpe M, zu deren Antrieb Dampf bei P entnommen wird, in Pfeilrichtung in den Vorwärmer A. Bei Q wird die Dampfpumpe in Tätigkeit gesetzt. Rohr F leitet das vorgewärmte Speisewasser zum Speisekopf am Kessel N; K und R sind Schlabberrohre zum Abfluß des Niederschlagwassers.

Abdampfvorwärmer Bauart „Vulkan“; Einkammer-Vorwärmer (Abb. 120 u. 121). Er besitzt nach der U-Form gruppenartig, verschiedenen Halbmessern entsprechend gebogene Rohre. Die Anlage arbeitet nach dem Gegenstromprinzip, da sich die Richtung des Abdampfes im Vorwärmer durch Trennungswände im Mantel mehrmals ändert. Während aber der Gegenstrom bei Rauchgasvorwärmern von großem Vorteil ist, werden hier bedeutendere Vorteile bei Führung des Abdampfes im Gegenstrom nicht erzielt, da selbst bei Heißdampflokomotiven nur Abdampftemperaturen von kaum mehr als  $150^{\circ}$  C vorkommen. Auch ist das Ineinanderliegen der Rohre nicht vorteilhaft; die einzelnen Rohre z. B. bei Undichtigkeit auszuwechseln, bereitet

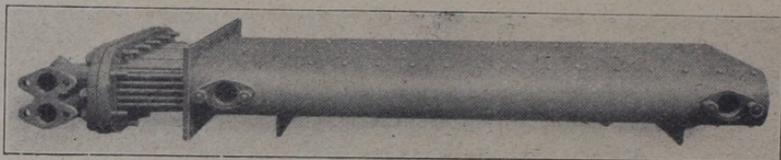


Abb. 120. Vorwärmer Bauart „Vulkan“.

Schwierigkeiten, und es lassen sich nur schwer alle die verschiedenen gekrümmten Ersatzrohre vorrätig halten.

Abdampfvorwärmer Bauart „Knorr“; Ein- oder Zweikammer-Vorwärmer (Abb. 122 bis 124). Er besitzt ein ausziehbares Röhrenbündel zur Untersuchung und Prüfung der Rohre. Letztere sind gruppenweise hintereinander- oder parallel- und hintereinandergeschaltet.

Man baut den Vorwärmer mit verschiedenen großen Heizflächen in zwei Ausführungsformen: mit gebogenen Rohren und einer Wasserkammer (Abb. 122 u. 123) oder mit geraden Rohren und zwei Wasserkammern (Abb. 124). Als Regelgrößen werden gebaut: Vorwärmer mit gebogenen Rohren von 13,6 und mit geraden Rohren von 13,4 qm Heizfläche für Vollbahn-, von 9,2, rd. 4,5 und 2,5 qm Heizfläche für Neben- und Kleinbahnlokomotiven. Auch bei dem Vorwärmer mit U-förmig gebogenen Rohren sind die einzelnen Rohrelemente unter sich auswechselbar, da die U-förmigen Biegungen nach gleichem Krümmungshalbmesser hergestellt sind. Auch können sich bei dem Vorwärmer mit gebogenen Rohren alle Rohre ungehindert für sich ausdehnen, da sie mit beiden Enden in ein und derselben Rohrwand eingewalzt und in der Nähe der U-förmigen Biegung in einer Stützplatte frei gelagert sind. Der Vorwärmer mit geraden Rohren hat dem-

gegenüber den Vorzug, daß seine Rohre leichter von etwaigen Kesselsteinablagerungen gereinigt werden können. Bei beiden Bauarten kommen nur nahtlos gezogene Messingrohre zur Verwendung, da eiserne Rohre, auch verzinkt, nur geringe Lebensdauer besitzen. Die

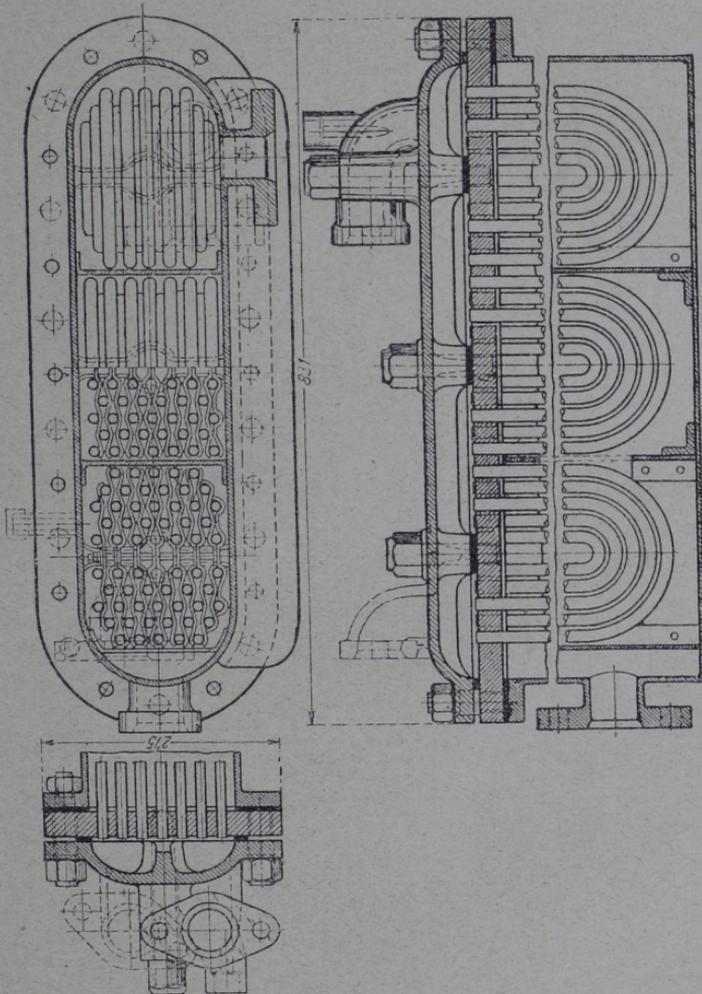


Abb. 121. Vorwärmer Bauart „Vulkan“.

lichte Weite der gebogenen Rohre beträgt 13 mm, die der geraden 19 mm, die Wandstärke in beiden Fällen 1,5 mm.

Ein Vorwärmer-Umschalthahn am Wasserkammerdeckel dient dazu, die Kolbenpumpe als Kesselspeisevorrichtung auch dann betriebs-



fähig zu erhalten, wenn der Vorwärmer schadhaft geworden ist und daher ausgeschaltet werden muß. Ferner wird der Hahn dazu benutzt, eine gleichmäßigere Verteilung der Kesselsteinablagerung im Vorwärmer-Rohrbündel zu ermöglichen und damit die Schädlichkeit der Ausscheidungen selbst zu vermindern. In Verbindung mit einem Sicherheitsspeisekopf kann der Umschalthahn auch zum Auswaschen des Vorwärmers und auf diese Weise zur Reinigung des Rohrbündels

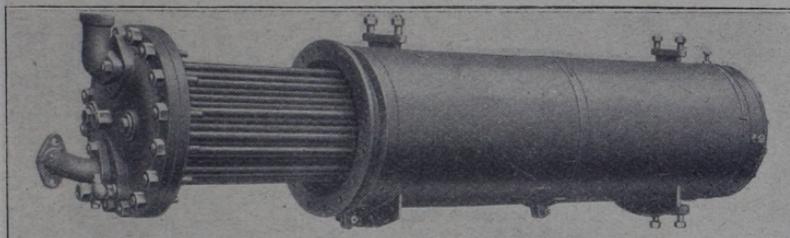


Abb. 123. Einkammer-Vorwärmer Bauart „Knorr“ (Röhrensystem teilweise herausgezogen).

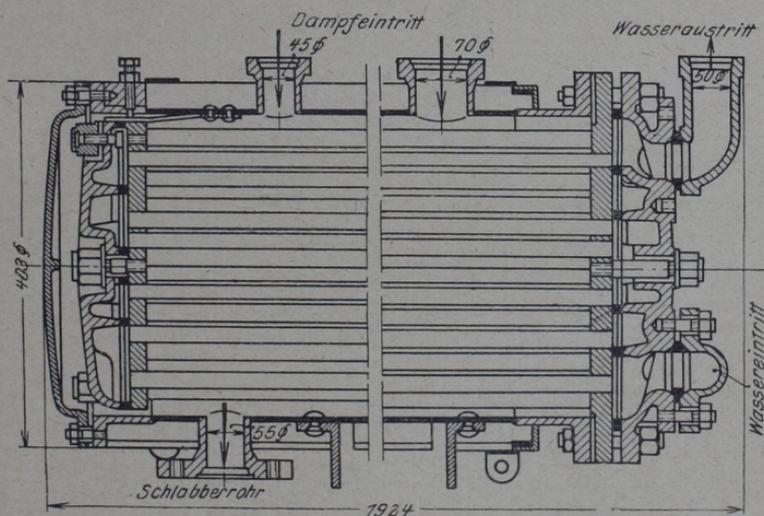


Abb. 124. Zweikammer-Vorwärmer Bauart „Knorr“.

von den ausgefallten Kesselsteinbildnern benutzt werden. Es ist ein Vierweghahn mit zwei geraden und zwei gekrümmten Stutzen zum unmittelbaren Anschluß an den Wasserkammerdeckel des Vorwärmers, oder der Hahn hat vier gerade Anschlußstutzen und einen besonderen Fuß zum Einbau in die Druckleitung an beliebiger Stelle der Lokomotive.

Abdampfvorwärmer Bauart „Württemberg“; Zweikammer-Vorwärmer (Abb. 125). Mit geraden weiten Flußeiseneröhren aus-

Dampfverteilungsrohr a sechs Wasserrohrbündel b im Kreise gelagert. Diese Bündel aus Messing verbinden sechs zu einem Kopfstück c vereinigte runde Wasserkammern der einen Seite durch Hin- und Rückleitungen in ununterbrochenem Strome wechselseitig mit sechs voneinander getrennten runden Kammern d der anderen Seite, die so im Gehäuse gelagert sind, daß sich jedes Rohrbündel für sich frei ausdehnen kann. Das Speisewasser verteilt sich aus der unteren Mittelkammer in zwei Strömen nach rechts und links und gelangt in je sechsfacher Hin- und Rückleitung sehr weitgehend unterteilt zur oberen Mittelkammer. Der Vorwärmer zeichnet sich durch einfache, als Drehkörper ausgebildete Bauteile aus. Die Rohrbündel sind leicht zur Reinigung herauszuziehen. Rippen im mittleren Dampfverteilungsrohr a sollen eine Entölung des Dampfes herbeiführen. Der Vorwärmer ist mit einem Umschalter ausgerüstet, wodurch die Speisevorrichtung die Vorwärmerrohre kräftig ausspült.

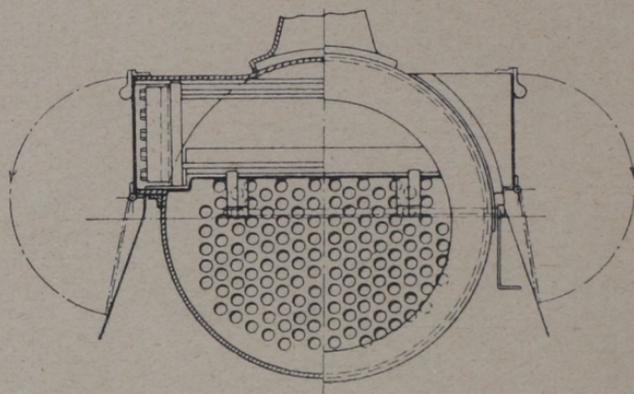


Abb. 128. Abgasvorwärmer Bauart „Werle“ der Lokomotivfabrik Jung.

Abgasvorwärmer Bauart „Werle“ (Lokomotivfabrik Jung) (Abb. 128). In der Rauchkammer sind quer zur Kesselachse sechs Wasserrohrbündel aus Messing so gelagert, daß die Zugänglichkeit der Siederohre gewahrt bleibt. Diese Bündel verbinden in zwei Gruppen vier voneinander getrennte Wasserkammern der einen Seite in sechsfacher Hin- und Rückleitung wechselseitig mit vier Kammern der anderen Seite. Die einzelnen Rohrbündel können sich unabhängig voneinander frei ausdehnen. Das Speisewasser tritt oben vorn ein und durchströmt weitgehend unterteilt und auf verhältnismäßig langem Wege den Vorwärmer. Die Heizgase werden durch Ablenkleche gezwungen, die Rohre von allen Seiten zu bespülen. Eine besondere Klappe gibt beim Anheizen einen unmittelbaren Weg ins Freie. Drehklappen am Außenkasten und Deckel an den Wasserkammern ermöglichen eine leichte Reinigung und Auswechslung der Rohre. Der freie Durchgangsquerschnitt zwischen den Vorwärmerrohren entspricht der Summe der freien Heizrohrquerschnitte, so daß die Feueranfandung nicht beeinträchtigt wird. Er übt im Gegenteil eine ausgleichende Wirkung auf die Zugstärke in den oberen und

unteren Siederrohrreihen aus. Infolge der Zerteilung der Heizgase wirkt der Vorwärmer gleichzeitig als Funkentlänger. Zusammen mit einem Abdampfvorwärmer kann er das Speisewasser auf 130 bis 140° C bringen. Ein Umschalter zum Ausspülen des Vorwärmers ist vorgesehen.

## V. Ausländische Vorwärmerbauarten.

### a) Englische Bauarten.

Bauart „Threvithick“, Direktor der Ägyptischen Staatsbahnen. Viele Versuche mit seinen Vorwärmern<sup>1)</sup> liegen vor. Auf Grund derselben wurde eine Vereinigung von Abdampf- und Abgasvorwärmung angebracht an einer 2B-P.L. für die Ägyptischen Staatsbahnen (Abb. 129c). Die Lokomotive hatte 4 Vorwärmer: einen senkrecht stehenden (Abb. 129a) in der Saugleitung der Speisepumpe (Pumpen-Abdampfvorwärmer), zwei wagerecht liegende (Abb. 129b) seitlich neben der Rauchkammer beiderseits zwischen Außen- und Innenrahmen (Maschinen-Abdampfvorwärmer) und einen (vgl. Abb. 129c) in der Rauchkammer (Abgasvorwärmer).

Das Speisewasser wird zunächst durch den Abdampfvorwärmer geleitet, woselbst der Pumpenabdampf niedergeschlagen wird. Das hier um etwa 8° C angewärmte Wasser wird sodann durch eine Speisepumpe angesaugt, durch Abdampfvorwärmer II auf der rechten Lokomotivseite gedrückt, und von dort weiter, quer hinweg über die Innenzylinder, durch Abdampfvorwärmer III auf der linken Lokomotivseite. Durch eine Lenkplatte in II wird das Speisewasser einmal hin- und hergeführt, während es III nur einmal durchfließt. In II hat das Wasser eine weitere Temperaturerhöhung erhalten; III verläßt es mit etwa 100° C bei 105° Abdampf-temperatur. Von III aus wird das Wasser noch in den durch die Heizgase beheizten Abgasvorwärmer IV geleitet, der sich als Ringraum mit 3 Reihen Heizrohren dem Rauchkammermantel anpaßt, und gelangt, auf rund 135° erwärmt, in den Lokomotivkessel. Eine Kohlenersparnis von 20,6 % für 1 km und eine Wasserersparnis für 1 cbm verdampftes Wasser von 19,7 % ergaben sich bei Versuchsfahrten.

Bauart „Weir“ (Abb. 130); der Dampfraum des Abdampfvorwärmers wird gebildet von einem Zylinder a mit Stützen b und c für den Eintritt des Maschinen- und des Pumpenabdampfes, sowie mit einer Nocke d für den Abfluß des Niederschlagwassers. Die beiden Rohrplatten e sind durch Schrauben an dem zylindrischen Vorwärmermantel befestigt. Die außen vom Dampf, innen vom Wasser bespülten Kupferrohre werden in die Rohrwände e eingewalzt. Die beiden Deckel f sind innen mit Rippen versehen, durch die das Wasser gezwungen wird, zweimal den Vorwärmer zu durchfließen. Der Wasserraum des Vorwärmers steht unter Kesseldruck. Speisung durch Dampfpumpen eigener Bauart. Die Speisewassertemperatur beträgt etwa 100° C; die Kohlenersparnis infolge Vorwärmung ist mit 12 bis 14% angegeben. Versuchsweise bei preußischen D-Güterzuglokomotiven angebracht.

Bauart „Drummond“; Abdampfvorwärmer unterhalb des Tenders. Vorwärmung des Wassers durch Überleiten eines Teiles

<sup>1)</sup> Vgl. Sauer, Z. V. D. I. 1007, S. 11 und Schneider, Z. V. D. I. 1913, S. 738 usw.