

XXIV. Betrieb und Reinigung der Kesselanlage.

1. Ausbildung der Heizer.

Geschultes Personal, welches eine sachgemäße Bedienung der Kesselanlage ausübt, ist für jeden Kesselbesitzer von großer Bedeutung. Während einerseits wohl die meisten vorkommenden Kesselschäden, Betriebsstörungen usw. der Unkenntnis und dem Verschulden des Bedienungspersonals zuzuschreiben sind, kann andererseits durch die unrationelle Bedienung bzw. die Vergeudung von Brennstoff durch ungeübtes Personal dem Kesselbesitzer enormer Schaden zugefügt werden. Erstere Fälle werden leichter bei den durch die Dampfkessel-Überwachungsvereine regelmäßig vorzunehmenden Untersuchungen¹⁾ — für feststehende Kessel alle 2 Jahre eine äußere und alle 4 Jahre eine innere Untersuchung — aufgedeckt und durch entsprechende Anordnungen der Revisionsbeamten alsdann künftighin in der Regel vermieden. Die etwaige Vergeudung von Brennmaterial läßt sich dagegen meist nur durch vorzunehmende Verdampfungsproben feststellen.

Die Ingenieure der Überwachungsvereine sind angewiesen, die Heizer auf ihre Fähigkeiten, eine Kesselanlage sachgemäß bedienen zu können, zu prüfen und gegebenenfalls zu unterweisen. Wo indessen völlig unzuverlässige und nicht unterrichtete Kesselwärter angetroffen werden, sind die Revisionsbeamten gehalten, deren Entlassung — nötigenfalls im Zwangswege — zu fordern. Aber auch der Kesselbesitzer bzw. der verantwortliche Betriebsleiter ist gesetzlich verpflichtet, nur solchen Personen die Wartung der Dampfkessel zu überlassen, welche mit der Benutzung der Sicherheitsvorrichtungen vollständig vertraut sind.

Für die Heranbildung geübter Kesselwärter sind als dauernde Einrichtung staatliche Heizerkurse geschaffen, die in der Regel einen 14tägigen Besuch erfordern, und wozu nur solche Heizer als Schüler zugelassen werden, die mindestens ein Jahr lang sich bei der Bedienung eines Kessels betätigt haben, also eine gewisse Vorbildung für ihren Beruf haben.

Auch einige Revisionsvereine unterhalten Heizerschulen bzw. veranstalten Heizerkurse oder haben Lehrheizer angestellt, die den Vereinsmitgliedern auf Wunsch und gegen Entgelt zur Unterweisung ihrer Heizer zur Verfügung stehen.

2. Undichtheiten der Kessel während des Betriebes.

Wenn Kessel nicht gut gearbeitet, besonders gestemmt sind — was bei der heutigen Arbeitsmethode und Aufsicht während der Herstellung in den meisten Fällen

ausgeschlossen erscheint —, oder wenn bei unsachgemäßer Behandlung im Betriebe die Wärmedehnungen zur Geltung kommen, entstehen häufig Undichtheiten, auch wenn der Kessel bei der kalten Druckprobe absolut dicht war. In den meisten Fällen, wenn die Kesselschmiedearbeit eine gute war, ist der Kessel durch, wenn auch wiederholtes Stemmen, dicht zu bekommen. Tritt die Undichtheit immer wieder an derselben Stelle auf, sind größere Fehler in der Herstellung, oder bei langen Mänteln auch in der Lagerung der Kessel, zu suchen. — Ungereinigtes Speisewasser verstopft die Undichtheit mit Kesselstein. Wird dann mit Soda gespeist, bricht sich dieses Bahn und deckt die undichten Stellen auf. Daher rührt oft der Glaube, die Soda hätte die Leckage hervorgerufen, was aber keineswegs der Fall ist.

3. Äußere Abrostungen

zeigen ein sehr verschiedenartiges Verhalten, je nachdem sie an der wasser- oder dampfberührten Seite auftreten, und ob dieselben im Gasstrom oder außerhalb desselben liegen. Die Undichtheiten der Nähte und Nieten an der wasserberührten Heizfläche verursachen dabei in der Regel nur schwächere Abrostungen, die man an den Ausschwitzungen erkennt und durch Nachstemmen meist leicht beheben kann. Dagegen sind Undichtheiten auf der dampfberührten Seite viel gefährlicher, weil sie schwerer wahrzunehmen sind und mit der Zeit, wenn auch nicht umfangreiche, so doch um so tiefere Anfrassungen bilden.

Ist das Eindringen von Feuchtigkeit in die Kesselzüge infolge von Grundwasser usw. zu befürchten, so muß nach der jedesmaligen Reinigung der Feuerzüge auch die Feuerseite des Kessels gründlich gesäubert und mit einem Rostschutzanstrich versehen werden. Ebenso ist in solchen Fällen die Beseitigung des am Kessel anliegenden feuchten Mauerwerks anzuraten.

4. Innere Abrostungen (Korrosionen).

Sie werden durch die mit dem Speisewasser in den Kessel tretende Luft hervorgerufen und treten daher auch an den Wandungen des Dampftraumes auf; sie können aber auch am Boden eines Kessels vorkommen, falls einige Stellen dem Zutritt der Heizgase entzogen sind. Hier findet dann keine Verdampfung statt, so daß die mit dem Wasser eingeführte Luft Rostungen hervorrufen kann.

Um diese zu vermeiden, werden bei Schiffskesseln vielfach Zinkplatten eingehängt, die mit dem Mantel in leitender Verbindung stehen. Für je 20 qm Heizfläche schreibt das Reichs-Marineamt eine normale Zinkplatte von 200 · 150 · 25 mm vor. Bei Wasserrohrkesseln hängt

¹⁾ Kesselanweisung § 31 u. f.

man sie in Kästen auf und verteilt sie gleichmäßig in Ober- und Unterkesseln, während man bei Zylinderkesseln die Platten an den Rauchröhren am Kessel gleichmäßig verteilt befestigt.

5. Innenanstrich der Kessel.

Eine große Zahl von Kesselanstrichmitteln wird ständig in den Handel gebracht, und fast alle werden ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit des Kesselspeisewassers als Universalmittel bezeichnet und sollen neben der Verhinderung von Korrosionen auch den Kesselsteinansatz vermeiden und infolgedessen wesentlich zur Ersparnis von Brennstoff beitragen.

Wenn schon der Anstrich tatsächlich die eine oder andere Wirkung hat, so ist von der Verwendung eines solchen in den meisten Fällen doch abzuraten, da ein Anstrich wohl nie auf seiner ganzen Fläche ohne Unterbrechung erhalten werden kann, an den Unterbrechungen aber die Zerstörung des Kesselbleches ihren Fortgang nehmen würde. Insbesondere, wenn während des Betriebes Stücke von Kesselstein abspringen, wird leicht der Anstrich beschädigt, weil derselbe meist am Stein und nicht an der Kesselwandung haftet. Bei reinem Speisewasser könnte also der Innenanstrich länger unverletzt bleiben und die Anrostungen verhüten, wenn die Rostschutzfarbe auf den vorher sorgfältig gereinigten

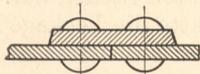


Fig. 663.

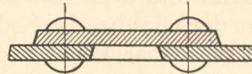


Fig. 664.

Wandungen aufgetragen wird. Die vorherige gründliche Reinigung der Wandungen ist besonders wichtig, da sonst unter der Anstrichmasse die Verrostung fortschreitet und durch die dabei bedingte Volumenvergrößerung gegenüber dem ursprünglichen Zustande den Schutzanstrich abheben würde, so daß weiteren zersetzenden Stoffen der Zutritt zur Wandung gewährt würde.

Da häufig derartige Anstrichmassen leicht flüchtige und brennbare Bestandteile enthalten, ist ihre Ausbreitung auf warmen Heizflächen nicht statthaft, da unter Umständen, z. B. bei Benutzung von offenen Lampen, Explosionen der sich bildenden Gase erfolgen können, welche die im Kessel mit dem Anstrich beschäftigten Personen gefährden.

Öl- und fetthaltige Stoffe sind auch deshalb nicht als Anstrichmasse zu benutzen, da sie die gründliche Benetzung der Kesselwandung verhindern und, unterstützt durch eventuelle Kesselsteinablagerungen, zu Wärmestauungen, Überhitzung der Bleche und sogar Beulenbildungen Veranlassung geben können.

Zement hat sich in vielen Fällen als Innenanstrichmasse bewährt, ebenso Graphit, wenn er auf die vorher gut gereinigten Kesselwandungen aufgetragen und sorgfältig verrieben wurde.

Bei Kesseln mit Unterfeuerung ist größte Vorsicht bei Anwendung eines Innenanstrichs geboten, da die abgesprungenen Kesselsteinsplitter im Betriebe durch die Wasserbewegung auf die Feuertafel geschwemmt werden, hier sich ansammeln und Wärmestauungen und Ausbeulungen verursachen. Das Flickensolcher defekt gewordenen Stellen ist nicht ratsam, da die hohe Temperatur im Feuerungsraum und die doppelte Wandung der Nietnähte das Dichthalten solcher Stellen unmöglich machen. Flickensollen überhaupt nur so klein wie möglich gemacht werden, wobei man die defekten Bleche, Fig. 664, vorher auskreuzt und nicht den Flickens einfach nach Fig. 663 aufnietet.

6. Reinigung der Kessel.

Bei Kesseln, die häufiger außer Betrieb kommen, also öfter Wärmeausdehnungen unterworfen sind, springt der Kesselstein leichter ab und sammelt sich am Boden an. Bei Gegenstromkesseln ist der Schlamm weicher, als wenn in die heißeste Zone gespeist wird.

Den zu reinigenden Kessel soll man nicht entleeren, bevor sein Inhalt vollkommen abgekühlt ist. Auch dann noch ist es erforderlich, vor dem Ablassen des erkalteten Wassers zuerst mit der äußeren Reinigung zu beginnen, d. h. die Flugasche von den Heizflächen — aus Feuerrohren und aus den Heizzügen — zu entfernen. Geschieht das nicht, so brennt einerseits aller Belag an den heißen Kesselwandungen fest, andererseits erleidet der Kessel durch die Wärme der in den Heizzügen lagernden Flugasche schädliche Dehnungen und Beanspruchungen, die eventuell sofort, sicher aber bei häufiger Wiederholung derartiger Fälle zu Undichtheiten der Nietnähte führen müssen. Oft kommt es vor, daß nach stundenlanger Außerbetriebsetzung des Kessels, während der Inhalt desselben durch Ablassen geringer Mengen und Zuspeisen von kaltem Wasser langsam abgekühlt wird, die Flugasche in den Flammrohren bzw. Zügen noch glimmt. Besonders bei Kesseln mit Braunkohlenfeuerung ist dieses der Fall. Würde unter solchen Umständen der Kessel zu schnell entleert, so würde ein Ausglühen des Materials erfolgen, welches bei wiederholter, zu rascher Abkühlung, ob durch Bespülen mit kaltem Wasser oder Einströmlassen kalter Luft in die Züge, leicht so spröde wird, daß sich Risse im vollen Blech bilden. Das langsame Abkühlen des Kesselinhaltes durch Zuspeisen von kaltem Wasser erfolgt bei geschlossenen Putztüren, aber bei stetig zu vergrößernder Rauchschieberöffnung.

Wo genügend Kessel in Reserve sind, kann natürlich eine zweckmäßige Reinigung leichter durchgeführt werden. Aber selbst wenn nur ein Kessel vorhanden ist, sollte von einer sachgemäßen Abkühlung vor der Reinigung nicht abgewichen werden, da selbst unter genauer Berücksichtigung des Vorstehenden eine Kesselreinigung in 2 Tagen (Ostern, Pfingsten, Weihnachten) bequem ausgeführt werden kann. Der Kesselstein setzt sich bei dem allmählichen Abkühlen der Kesselwände auch nicht so fest an, wenn er nach dem Ablassen, wo er also noch feucht ist, gleich entfernt wird.

Ist die Anlage mit einem gut arbeitenden Wassereiniger versehen, so genügt auch bei härterem Wasser eine zwei- bis dreimalige Kesselreinigung im Jahre, und der Ansatz an den Wandungen ist so weich, daß er sofort nach dem Ablassen mühelos mittels Drahtbürsten oder Kratzer beseitigt werden kann.

Zweckmäßig entleert man deshalb u. a. auch Wasserrohr- und Doppelkessel, nach und nach immer nur so weit, wie es die fortschreitende Reinigung erfordert.

Bleibt während der Reinigung ein Nachbarkessel im Betriebe, so sind alle Leitungen durch Blindflanschen abzuschließen, oder es sind Rohrstücke zwischen den im Betriebe befindlichen Leitungen und dem zu reinigenden Kessel zu entfernen. Am meisten ist dabei auf das Ablaßorgan zu achten; wird dasselbe offen gelassen, so besteht beim Ablassen eines Nachbarkessels die Gefahr, daß heißes Wasser und Dampf in den zu reinigenden Kessel strömen und die dort befindlichen Leute schädigen.

Das Reinigen der Siede- und Rauchröhren, sowie Überhitzerröhren und Mäntel von Ruß und Flugasche

erfolgt besser durch Preßluftgebläse als durch Dampfstrahl, da Ruß leicht zusammenbackt und eine feste Kruste bildet, wenn er mit Wasser oder nassem Dampf in Berührung kommt. Da nun Ruß die Wärme sehr schlecht leitet und, wenn in größeren Mengen vorhanden, merkbare Verluste bewirkt, so machen sich kleine Preßluftanlagen, wie sie für Reinigungswerkzeuge erforderlich sind, in größeren Anlagen meist schnell bezahlt. Ist das Abblasen mittels Dampf aber nicht zu umgehen, so wird zweckmäßig möglichst hoch überhitzter Dampf verwendet, der mit einem Stahlrohr eingeführt wird.

Aber auch für die innere Reinigung eignen sich Preßluftwerkzeuge vorzüglich. Oft wird eine große Anzahl Arbeiter in die Kessel geschickt, weil schnell gereinigt werden muß. Diese verderben die Luft — besonders noch, wenn Alkohol getrunken wird —, die ohnehin schon durch den entstehenden Staub beim Kesselsteinabklopfen und oft durch Öllampen statt elektrischen Lichtes schlecht genug wird. Die Preßluftwerkzeuge haben den Vorteil, daß sie leistungsfähiger sind als Handarbeit und daß die ausströmende kalte Luft die verdorbene Luft im Kessel ersetzt. Auch den Stellen, die sonst von Hand schwer zu reinigen waren, ist mit Preßluftwerkzeugen besser beizukommen. Mit Preßluftwerkzeugen leistet ein Arbeiter etwa fünfmal soviel wie mit Handarbeit.

Mannlöcher sind diametral gegeneinander anzuordnen, so daß ein Luftzug im Kessel entsteht, oder, wenn dieses nicht zugänglich, ist ein Rohr in den oberen Teil des Kessels zu hängen, das mit dem Fuchs oder dem Schornstein in Verbindung steht und einen Luftzug bewirkt.

Zur Beseitigung des Kesselsteins werden ferner Apparate angewandt, die durch Druckwasser oder Elektrizität betrieben werden.

A. Werkzeuge für die äußere Kesselreinigung.

Einen aus Stahlfedern gebildeten, elliptisch geformten Rohrkratzer zeigt Fig. 665. Die Stahlfedern können durch die an einem Ende befindliche Mutter

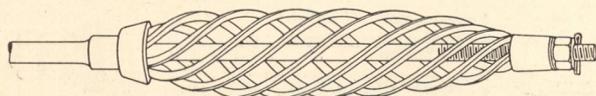


Fig. 665. Elliptischer Rohrkratzer.
Ausführung: Gust. Pickhardt, Bonn.

mehr oder weniger gespannt werden, wodurch die Wirkung des Kratzers für gegebene Rohrdurchmesser eingestellt werden kann.

W. S. v. Essens Reinigungsapparat Fig. 666 arbeitet mit einem Dampfstrahl und bezweckt die Reinigung der Rauchröhren von Ruß und Flugasche, ohne daß es erforderlich wird, die vor den Rohröffnungen befindlichen Reinigungstüren öffnen zu müssen. In die Wand des Rohres *a*, welches mit dem Dampfraum des Kessels in Verbindung steht und das beim Ausblasen von Rohrreihe zu Rohrreihe gehoben wird, ist gegenüber jedem Rauchrohr eine düsenförmige Öffnung gebohrt, durch welche ein Dampfstrahl in das betreffende Rohr gelangt und so dieses von den dort lagernden Ruß- und Flugascheteilchen reinigt. Die jeweilige richtige Lage des Rohres *a* zu den Rohröffnungen wird durch eine außerhalb des Mauerwerks angebrachte Stellvorrichtung ermöglicht, da die im Flacheisen *b* vorgesehene Lochteilung dem senkrechten Abstand der Rohrreihen des Kessels entspricht.

Bei dem Rußabbläser Torpedo Fig. 667 wird der Dampfstrahl, bevor er in das Rauchrohr *R* gelangt, mit Luft gemischt, um seine Wirkung zu erhöhen. Ferner arbeitet der „Torpedo“ stoßweise, indem der durch das Rohr *B* in das Ventilgehäuse *C* gelangende Dampf erst dann durch das Spritzrohr *H* und das Mundstück *M* in die mit Rippen *E* versehene Mischdüse *D* gelangen kann, wenn der Apparat mittels des Handgriffes *P* gegen die Mündung des Rauchrohres *R* gepreßt wird, was am besten

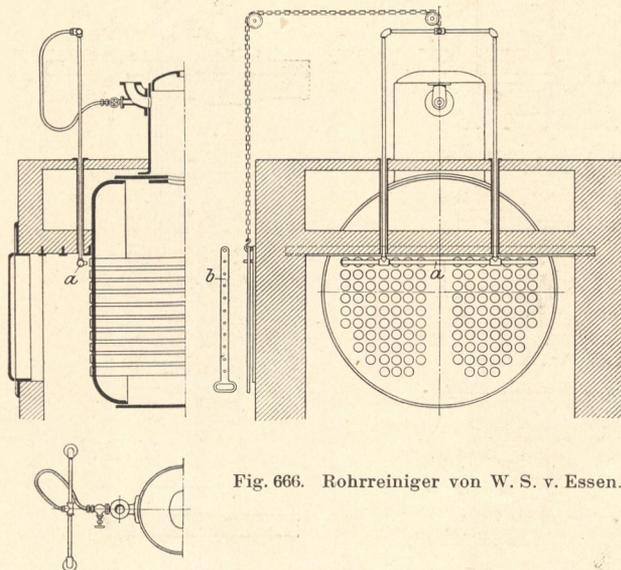


Fig. 666. Rohrreiniger von W. S. v. Essen.

ruckweise mehrere Male hintereinander erfolgt. Dabei wird die Feder *F* zusammengedrückt und das Spritzrohr *H* so weit in das Ventilgehäuse *C* gedrückt, daß der Ventilsitz *V* gehoben und der eingeschlossene Dampf durch die Ausparungen *AA* ausströmen kann. Es strömt demnach erst Dampf aus, wenn der Apparat in Tätigkeit tritt, wodurch eine Dampfersparnis gegenüber dem Ausblasen mit einfachem Dampfstrahl erzielt werden soll.

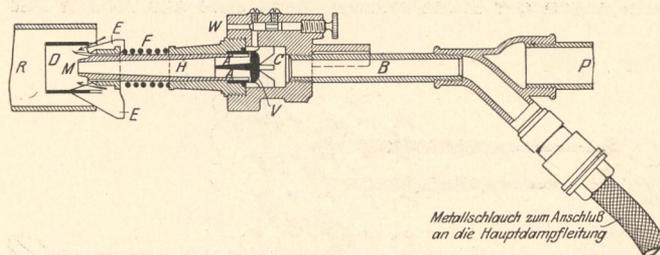
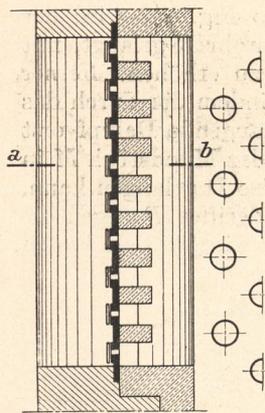


Fig. 667. Rußabbläser Torpedo.
Ausführung: Hugo Szamatolski, Berlin.

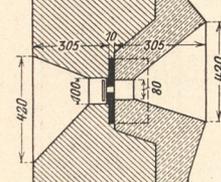
Das beim Anwärmen vom Apparat und Dampfzuleitungsrohr sich bildende Kondenswasser wird vor der Benutzung des Torpedo durch die Öffnung *W* ausgeblasen.

Eine Einrichtung, das Abblasen des Rußes von den Rohren der Wasserrohrkessel zu ermöglichen, zeigt die seitliche Rußblasetür Fig. 668, welche allerdings zur Voraussetzung hat, daß die Kessel mindestens an einer Seite frei stehen. Bei den Kesseln Fig. 85 und 86 ist für jeden der 3 Feuerzüge eine solche Tür angeordnet, wie aus den Längsschnitten zu erkennen ist. Die Reinigung der Rohre an Kesseln, welche an beiden Seiten eingebaut sind, ist auf S. 67 beschrieben.

Auf die Wichtigkeit der äußeren Reinigung für Überhitzerrohre ist auf S. 161 hingewiesen worden.



Schnitt a-b im ersten Zug



Schnitt a-b im II. und III. Zug

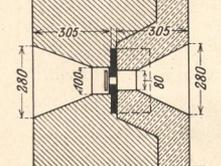


Fig. 668. Seitliche Ausblasetür für Wasserrohrkessel
Ausführung: Fig. 85 u. 86.

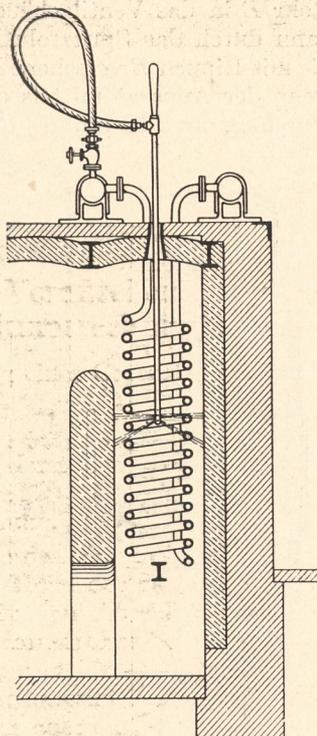


Fig. 669. Heißdampf-Rußblaseapparat für Überhitzer.
Ausführung: Johann Weber & Co., Darmstadt.

Fig. 669 zeigt eine Einrichtung, um Zentrifugalüberhitzer mit Heißdampfstrahlen abzublasen.

B. Werkzeuge für die innere Kesselreinigung.

Zur Entfernung des Kesselsteins von den Außenwandungen der Rauchröhren dient eine aus Rollen mit

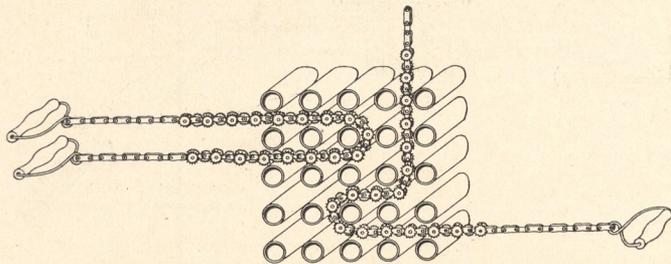


Fig. 670. Kratzkette für Siederöhre.
Ausführung: Gust. Pickhardt, Bonn.

Schneidezähne gebildete Kratzvorrichtung Fig. 670, während eine auf demselben Grundgedanken beruhende

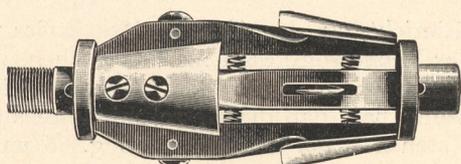


Fig. 671. Rohrreiniger zur Entfernung harter Beläge.
Ausführung: Paul Lechler, Stuttgart.

Rollbürste, ausgeführt von der gleichen Firma, zur Beseitigung des Kesselsteins von ebenen oder wenig gerundeten Wandungen bestimmt ist.

Der Rohrreiniger von Lechler (Fig. 671 und 672) besteht aus vier, aus gehärtetem Stahl gearbeiteten Putzscheiben, die mit ihren kreisbogenförmigen Außenkanten durch starke Federn dicht an die Innenwand der Röhre gepreßt werden. Beim Vor- und Rückwärtsstoßen des Rohrreinigers wird durch die seitlichen Ansätze der Putzscheiben der abgeschabte Ruß und die in den Röhren lagernde Flugasche vor den Putzscheiben hergeschoben und auf diese Weise entfernt. Der Schaber

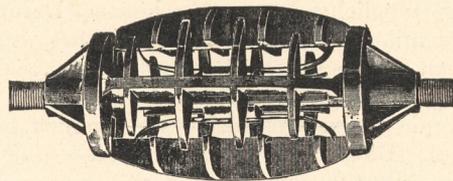


Fig. 672. Rohrreiniger zur Entfernung weicher Beläge.
Ausführung: Paul Lechler, Stuttgart.

Fig. 672 ist für schlammige Niederschläge in Siederöhren und ebenfalls zum Entfernen von Ruß aus Rauchröhren geeignet.

Der Rohrreiniger Turbinia D. R. P. Nr. 122 180 und Fig. 673 eignet sich zur inneren Reinigung der Siederöhre von Wasserrohrkesseln, sowie von Economiserröhren, kann aber nur bei solchen Anlagen benutzt werden, in denen ein Wasserdruck von mindestens

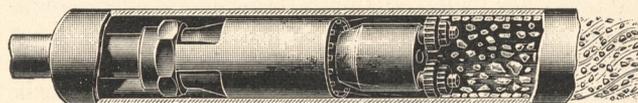


Fig. 673. Rohrreiniger „Turbinia“.
Ausführung: Gustav Huhn, Berlin.

12 at zur Verfügung steht. Das durch die Verschraubung zugeleitete Druckwasser setzt den als Achsialturbine ausgebildeten beweglichen Teil, welcher scharfe Zahnräder trägt, in schnelle Umdrehung. Überall, wo ein zweiter Kessel unter Dampf gehalten wird, ist dieser Druck leicht durch die Speisepumpe zu erzielen, da die Zuleitung zu dem Rohrreiniger nur 25 mm Lichtweite hat, derselbe also nur verhältnismäßig wenig Wasser benötigt.

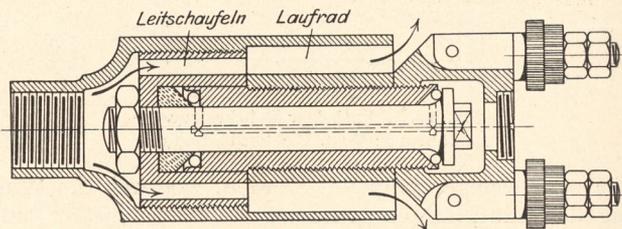


Fig. 674. Schnitt durch den Rohrreiniger „Turbinia“.

Kaltes Druckwasser wird bei Verwendung derartiger Apparate bevorzugt, da hierdurch der Kesselstein abgekühlt wird und infolgedessen leicht abspringt, während die Rohrwand bei nicht genügender Erkaltung der Umfassungsmauer sich immer wieder etwas erwärmt. Umgekehrt würde der Kesselstein eine starke Spannung gegen die Rohrwand erfahren und schlechter abzubringen sein. Der losgebrachte Kesselstein wird durch das abfließende Wasser weiterspült. Der Apparat macht ungefähr 8000 Touren in der Minute.

Die neueste Bauart ist in Fig. 674 im Schnitt gezeigt. Durch Kugellager und dicht abgeschlossene Ölräume ist für eine gute Ausnutzung des Kraftwassers bei geringer Abnutzung des Apparates gesorgt.

Einen ähnlichen Turbinenrohrreiniger liefern die deutschen Babcock & Wilcox Dampfkesselwerke A.-G.

in Oberhausen. Dieser Apparat macht etwa 2000 Touren pro Minute und erfordert während dieser Zeit ungefähr 135 l Wasser von 5 at Minimaldruck.

Bei dem aus Fig. 675 ersichtlichen elektrisch betriebenen Apparat für die innere Reinigung von Siederöhren wird der losgelöste Kesselstein durch Zuleitung von etwas Wasser aus dem zu reinigenden Rohr fortgeschwemmt.

Eine für Wasserrohrkessel mit krummen Rohren (Fig. 101) geeignete Bauart zeigt Fig. 676. Dieser Kratzer wird oben und unten an Ketten befestigt und von Hand durch die Rohre gezogen, wobei der gezackte Rand des Kratzers die an der Innenseite der Rohrwand anhaftenden Kesselsteinteile losreißt.

7. Reservekessel.

Um Reservekessel vor dem Verrosten zu schützen, ist die gänzliche Entleerung und Austrocknung bei geöffneten Mann- und Schlamm-löchern am meisten zu empfehlen. Vielfach wird es aber vorgezogen, den Reservekessel stets betriebsfertig zu haben. In diesem Falle ist der Kessel bis obenhin mit Wasser zu füllen und dieses gut kochen zu lassen, damit die im Speisewasser enthaltene Luft vollständig entweichen und nicht zu Abrostungen Veranlassung geben kann. Alsdann wird auch das obere Mannloch bzw., wenn solches an der höchsten Stelle nicht vorhanden, das Entlüftungsventil geschlossen und das überschüssige Wasser erst bei der Inbetriebsetzung, nachdem der Kessel langsam vorgeheizt wurde, durch das Schlammablaßventil entfernt. Hierdurch wird gleichzeitig ein Temperatenausgleich im Kessel geschaffen, da das im unteren Teile des Kessels befindliche kältere Wasser dem inzwischen erwärmten, aus dem oberen Teile des Kessels nachsinkenden, weichen muß.

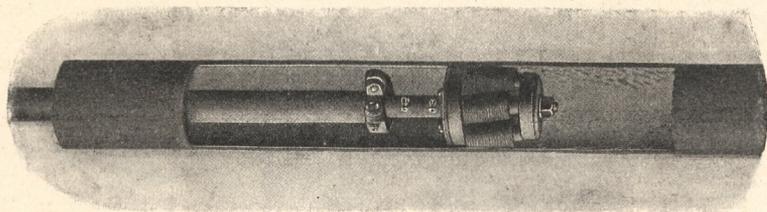


Fig. 675. Elektrisch betriebener Rohrreiniger.
Ausführung: C. & E. Fein, Stuttgart.

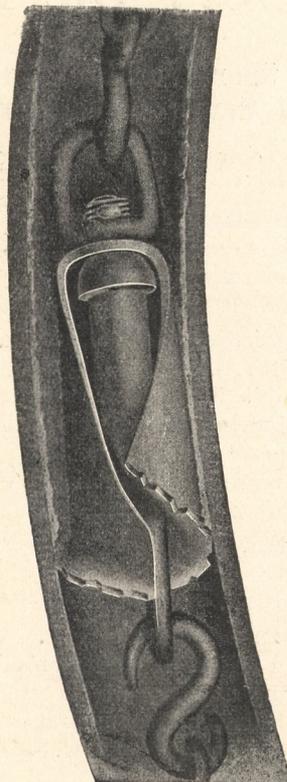


Fig. 676. Rohrkratzer für krumme Rohre.
Ausführung: Hannoversche Maschinenbau-A.-G. vorm. G. Egestorff,
Hannover-Linden.