

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 16

Artikel: Die Betriebseignung des Sulzer-Einrohrkessels
Autor: Gebrüder Sulzer AG
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83315>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

insgesamt 26 Mill. Peseten gekostet, d. h. also 82 Peseten (34,5 Fr.) pro m³ Beton. [Die interessanten Einzelheiten des Wasserhaushalts und der von Bell & Cie. (Kriens) ausgeführten Turbinen, sowie Schnitt und Ansicht der Mauer finden sich auf Seite 120* laufenden Bandes. Red.]

Die *Staumauer Breña* (Nr. 25; Abb. 12 und 13) in der Provinz Cordoba sperrt das Guadiato-Tal ab. Die Anlage wird von der Confederación Hidrográfica del Guadalquivir erbaut. Zweck der Talsperre ist Bewässerung, das Staubecken hat eine Seeoberfläche von 672 ha. Zur Herstellung der Mauer (Krümmungsradius 200 m, Kronenlänge 200 m) sind 110 000 m³ Bruchsteinmauerwerk erforderlich. Das Mauerwerk enthält rd. 50% Mörtel, dessen Zementgehalt 400 kg/m³ beträgt. Die Mauer wird wasser- und luftseitig mit Betonkunststeinen verkleidet.

Zum Transport und Einbau der Steine aus dem Fundamentausgrab und aus dem Steinbruch dienen Derricks und ein Kabelkran. Die Mauerung erfolgt in waagerechten Schichten. Für die Mauerung der beiden seitlichen Teile der Mauer wird der Mörtel von Hand gemischt. Zur Herstellung des Mörtels für den mittleren Teil der Mauer wurde eine Mörtelmischmaschine an einem einspringenden unteren Teil des bereits fertiggestellten Mauerflügels aufgestellt (Abb. 13). Zur Ableitung des Wassers während des Baues wurde ein Fangdamm, ebenfalls aus Bruchsteinmauerwerk, errichtet. Die Kosten sind mit 5,6 Mill. Peseten veranschlagt, das sind 51 Pes. (21,5 Fr.) pro m³ Mauerwerk.

Die Betriebseignung des Sulzer-Einrohrkessels.

Nach Mitteilungen von GEBRÜDER SULZER, A.-G., Winterthur.

Im Kesselbau herrscht auf dem Gebiete der höheren Drücke in bezug auf Konstruktion, Druck und Verfahren eine grosse Mannigfaltigkeit. Während die einen auf den kritischen Druck von 225 at gegangen sind, andere Rauchgasgeschwindigkeiten angewendet haben, die an die Schallgeschwindigkeiten heranreichen, haben wieder andere zum Mittel der indirekten Verdampfung gegriffen. Der Sulzer-Einrohr-Dampferzeuger ist für den heute normalen Hochdruck von 100 at gebaut worden, wobei sich die Verdampfung, wie bei den üblichen Kesseln, direkt vollzieht und auch die Rauchgasgeschwindigkeiten den altbewährten Grössen entsprechen. Beim Sulzer-Einrohr-Dampferzeuger¹⁾ ist von Anfang an jedes Extrem vermieden worden.

Die neueren Formen des Kesselbaues liessen schon längst erkennen, dass das Konstruktionselement des neuzeitlichen Hochdruckkessels ein wasser- und dampfdurchflossenes Rohr sein wird, weil dieses nach den bisherigen Erfahrungen von allen Gefässformen das günstigste Verhältnis zwischen Heizfläche, Kühlfläche und Inhalt besitzt, die besten Voraussetzungen für eine eindeutige Zirkulation bietet und dem Innendruck mit den kleinsten Wandstärken zu widerstehen vermag. Vom Wasserröhrenkessel her war andererseits bekannt, dass die richtige Funktion des Wasserrohres eine energische Zirkulation des Wasserdampfgemisches voraussetzt, weil jede Stockung des Umlaufs die Entstehung ruhender Dampfsäcke zur Folge hat, wodurch die dünne Rohrwand in kürzester Zeit glühend und durch Blähung aufgerissen wird. Bei mässigen Dampfdrücken ist die nötige Zirkulation leicht zu erzielen, wenn die Rohre mit absteigender Strömung der direkten Einwirkung der Feuergase entzogen sind. Bei höheren Dampfdrücken werden jedoch die Dampfblasen der Rohre mit aufsteigender Strömung derart klein, dass der Unterschied der spezifischen Gewichte in den auf- und abwärtsströmenden Wasserdampfgemischen nicht mehr ausreicht, um eine genügende Zirkulation und damit eine ausreichende Kühlung der Rohrwandungen zu gewährleisten. Der Hochdruckkessel erfordert deshalb die grundsätzliche Anwendung besonderer Mittel zur Erhaltung eines genügenden Umlaufs. Dass sich die Stärke des Umlaufs ausserdem der Feuerintensität anpassen muss, um die Ueberlastung der Heizfläche unter allen

¹⁾ Beschrieben in Bd. 100, S. 203* der „SBZ“ (15. Okt. 1932). Red.

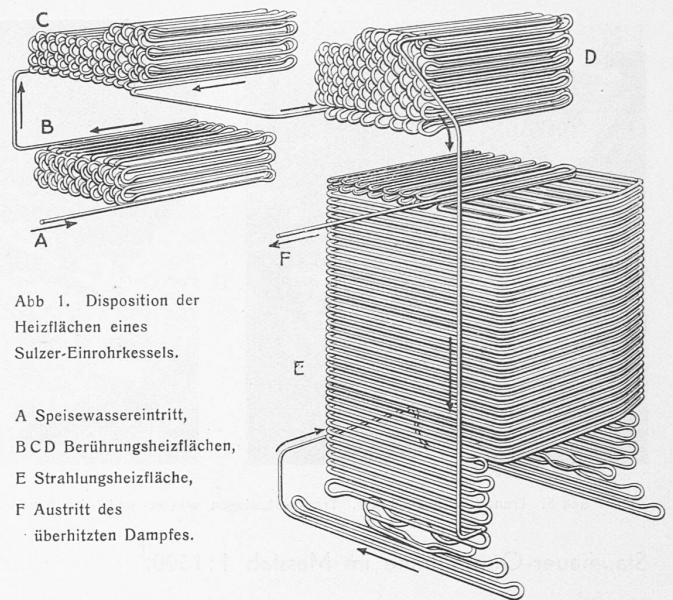


Abb 1. Disposition der Heizflächen eines Sulzer-Einrohrkessels.

- A Speisewassereintritt,
- B CD Berührungsheizflächen,
- E Strahlungsheizfläche,
- F Austritt des überhitzten Dampfes.

Umständen zu vermeiden, ist selbstverständlich. Die Zirkulation muss daher nicht nur zwangsläufig, sondern auch regelbar sein. Das einfachste Mittel, um dies zu erreichen, besteht darin, die Rohre hintereinander zu schalten (Abb. 1) und die Aufrechterhaltung der erforderlichen Zirkulation der Speisepumpe bzw. den Regulierorganen zuzuweisen.

Die Bezeichnung „Einrohrkessel“ soll natürlich nicht bedeuten, dass jeder Kessel immer nur aus einem einzigen Rohr bestehen muss. Da die Rohrlänge ein wirtschaftliches Optimum besitzt, können bei grösseren Kesseln mehrere, der gleichen Feuerung ausgesetzte Rohreinheiten parallel geschaltet werden. Jede Einheit kann dann als „Einrohrkessel“ für sich betrachtet werden, da in jedem Rohr nicht nur die Erwärmung, sondern auch die Verdampfung und die Ueberhitzung unabhängig von den andern Rohren vor sich geht. Der Name bezieht sich also auf das Element.

Die Vorteile der trommellosen Bauart.

Der Einrohrkessel weist normalerweise keine Grosswasserräume auf. So bequem die im Wasservorrat des Trommelkessels enthaltene Energiereserve bei Belastungsstössen auch ist, so gefährlich kann diese Energiereserve namentlich bei Hochdruckanlagen im Falle einer Explosion werden. Ueber die Explosionssicherheit des Sulzer-Einrohrkessels gab ein Zwischenfall bei der ersten Versuchsausführung Aufschluss. Im Verlaufe eines Versuches mit 90 at fiel es auf, dass die in Abhängigkeit von der Dampftemperatur am Kesselende gesteuerte Speisepumpe ohne wahrnehmbaren Grund auf einmal stärker zu fördern begann. Im übrigen war am Verhalten des Kessels nichts Abnormales zu bemerken. Nach einigem Suchen wurde schliesslich das Vorhandensein einer Leckstelle am Kesselrohr vermutet. Die Untersuchung ergab, dass das Kesselrohr infolge eines Materialfehlers an einer Stelle geplatzt war. Dieser Vorfall zeigt deutlich, wie schon die theoretische Ueberlegung, dass beim Hochdruck-Einrohrkessel eine Explosionsgefahr überhaupt nicht besteht. Der Kessel ist sogar weniger gefährlich als jeder Niederdruckkessel.

Es gibt aber noch wichtigere Gründe, die das Fehlen der Grosswasserräume bzw. Trommeln als einen entschiedenen Vorteil werten lassen, auch wenn von der Kostspieligkeit der Trommeln abgesehen wird. Es ist z. B. längst bekannt, dass namentlich die Einwalzstellen der Wassertrommeln als Festigkeitsproblem gewisse Schwierigkeiten bieten. Schon durch die Lochung der Trommelbleche werden die vom Innendruck herrührenden Spannungen örtlich erhöht. Durch das Einwalzen der Wasserrohre, sowie durch ihre Dehnung bzw. Krümmung während des Betriebes, kommen noch Spannungen hinzu, deren Grösse schwer zum voraus zu bestimmen ist. Die Tem-

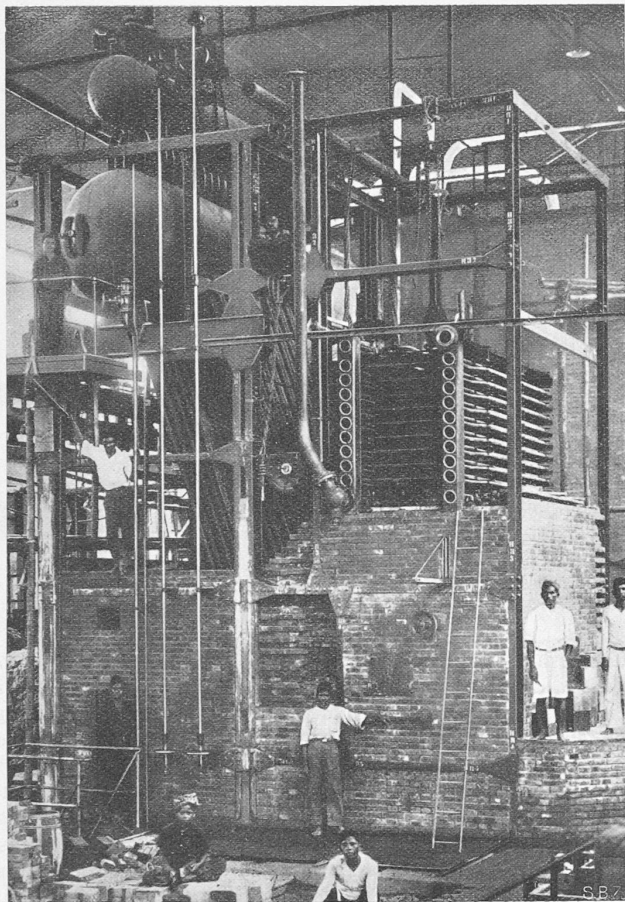


Abb. 2. Sulzer-Steilrohrkessel für 6 t Stundenleistung und 9 at.

peraturunterschiede zwischen der Aussen- und der Innenhaut der Trommeln, ihre Durchbiegung, wenn sie lang sind, und endlich ihre Verlagerung infolge der Wärmedehnungen des Kesselgerüsts, erzeugen weitere, zum Teil erhebliche Beanspruchungen. Infolge dieser zahlreichen Einzelspannungen, die sich teilweise aufheben, teilweise aber auch ergänzen, entsteht in dem zwischen den Einwalzstellen verbleibenden Trommelmaterial ein schwer kontrollierbares Spannungsfeld, das nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen eine richtige Berechnung der Wandstärken zulässt.¹⁾

Von entscheidender Bedeutung ist die Preisfrage. Da die bei Hochdruck-Wasserröhrenkesseln üblichen Trommeln mit Wandstärken in der Grössenordnung von 100 mm sehr teuer sind und in der Regel den kostspieligsten Teil der ganzen Anlage darstellen, ergibt sich zugunsten der trommellosen Bauart des Einrohrkessels ein sehr wesentlicher Preisvorteil.

Die konstruktive Vereinfachung, die sich aus dem Wegfall der Kessel-

¹⁾ Siehe hierzu: „Revue technique Sulzer“, Nr. 3, 1933, Seite 11: „Sollicitation de la tôle des corps de chaudières“.

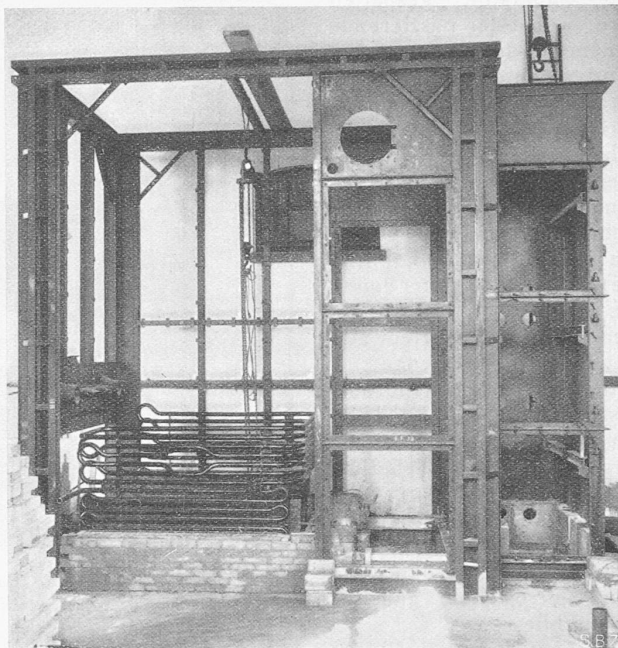


Abb. 3. Sulzer-Einrohrkessel für 8 t Stundenleistung und 100 at.

trommeln ergibt, geht schon aus dem Vergleich der Montagebilder (Abb. 2 und 3) hervor, von denen die Abb. 2 einen Sulzer-Wasserröhrenkessel für 6 t Stundenleistung bei 9 at und Abb. 3 einen Einrohrkessel für 8 t normale Stundenleistung bei 100 at zeigt.

Die automatische Präzisionsregulierung.²⁾

Bei höheren Drücken ist der „Einrohrkessel“ die denkbar einfachste Variante. Auch er hat freilich, wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen sind, eine Verzögerung, die die Handregulierung nur unvollkommen berücksichtigen kann. Im Uebersehen dieser Tatsache liegt der Hauptgrund für den Misserfolg einer Reihe früherer Einrohrkessel-Konstruktionen. Nur eine mit geringster Verzögerung arbeitende automatische Präzisionsregulierung der Speisewasserzufuhr und der Feuerung kann zum Ziele führen. Da mit zunehmendem Druck die Wasserräume immer kleiner und die Ansprüche an die Regulierung immer grösser werden, so liegt die automatische Präzisionsregulierung des Hochdruckkessels in der notwendigen Entwicklungsrichtung, und zwar umsomehr, als die Maschinenseite der Dampfkraft-Anlage schon längst vollautomatisch reguliert wird. In der Verbindung des Einrohrelementes mit der selbsttätigen Präzisionsregulierung ist der Schwerpunkt der neuen Sulzer-Konstruktion zu erblicken.

Der Einrohrkessel kommt, mit Einschluss seiner Regulierung und aller Zubehörteile, schon von weniger als 5 t stündlicher Dampfmenge und von 30 at Dampfdruck an billiger zu stehen, als ein normaler Wasserröhrenkessel. Wie aus Abb. 4 hervorgeht, lässt sich die Regulierstation bequem zu einem Block vereinigen, dessen Herstellungspreis durch Verwendung normalisierter Teile nur einen geringen Bruchteil des ganzen Anlagewertes beträgt.

Mit der selbsttätigen Regulierung konnte schon der erste mit Oelfeuerung versehene Versuchskessel aus dem kalten Zustand in 5 Minuten auf den vollen Druck von 90 at und in 8 Minuten auf die normale Ueberhitzungstemperatur von 400° gebracht werden, worauf der Druck und die Temperatur selbst bei plötzlichen Belastungsschwankungen praktisch konstant blieben.

Die Korrosionsgefahr.

Vom Wasserröhrenkessel her war bekannt, dass auch nach normaler Entlüftung des Speisewassers der Dampf in Gegenwart des überhitzten Rohrstaehls in Wasserstoff

²⁾ Vgl. hierzu Prof. Dr. A. Stodola: „Regulier-Versuche am Einrohr-Dampferzeuger der Gebr. Sulzer, Winterthur“, „SBZ“, Bd. 103, S. 6*. Red.

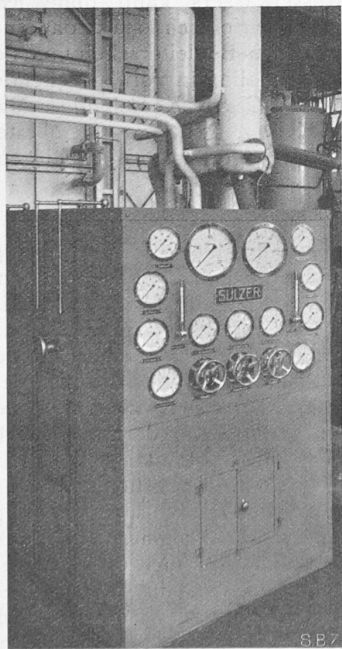


Abb. 4. Regulierstation eines 100 at Sulzer-Einrohrkessels für 8 t Stundenleistung.

und Sauerstoff gespalten wird, wobei der naszierende Sauerstoff das Rohrmaterial mit der Zeit oxydieren kann, bis es durch Blähung aufgerissen wird. Durch eingehende Versuche, bei welchen der erzeugte Wasserdampf sorgfältig auf seinen Gehalt an freiem Wasserstoff hin geprüft wurde, konnten die Bedingungen, unter denen die Korrosionen bei den jeweiligen Materialsorten auftreten, ziemlich genau ermittelt werden. Beim Einrohrkessel genügt es, mit Hilfe der automatischen Präzisionsregulierung die Ueberhitzungstemperatur ein für allemal in sicherem Abstände vom gefährlichen Wert einzustellen, um die Möglichkeit von Korrosionen gänzlich auszuschliessen.

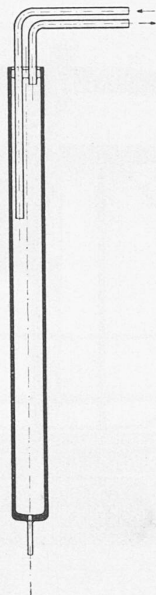


Abb. 5. Salzabscheider.

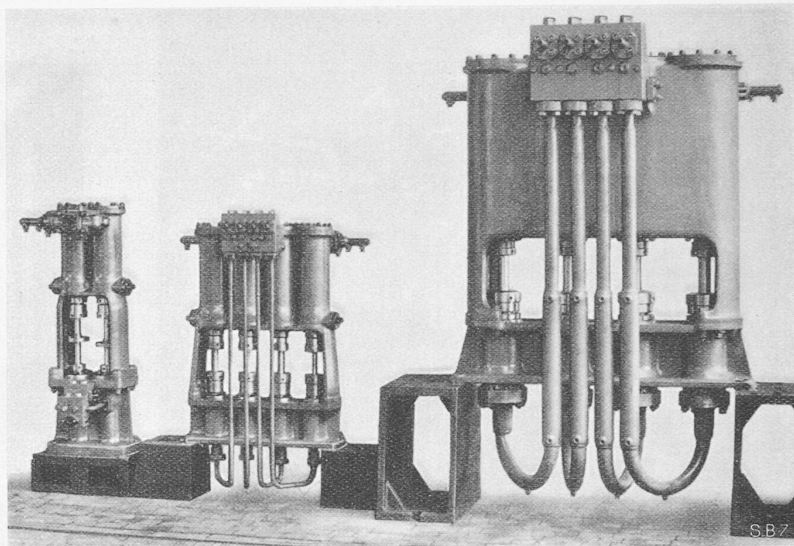


Abb. 6. Hydraulisch angetriebene Brennpumpe, Einspritzpumpe und Speisewasserpumpe eines grössern Sulzer-Einrohrkessels.

Die Salzablagerungen.

Eine weitere Frage betrifft die Kesselstein- und Salzablagerungen. Die modernen Kesselanlagen arbeiten, wenn immer möglich, mit destilliertem Speisewasser und Kondensation. In diesem Falle treten nennenswerte Ablagerungen überhaupt nicht auf. Vielfach muss aber mit chemisch gereinigtem Wasser gespeist werden, das, wenn auch in schwacher Konzentration, immerhin merkliche Spuren gelöster Salze enthält. In jenem Teil des Kesselrohres, der ausschliesslich flüssiges Wasser ohne Dampfblasen enthält, fallen nur die schwerlöslichen Bestandteile aus. Diese können sich aber infolge der zwangsläufigen Zirkulation nirgends festsetzen und werden, im Wasser schwebend, von der Strömung mitgerissen. Die leichtlöslichen Salze dagegen fallen zunächst nicht aus, weil ihre Wasserlöslichkeit mit steigender Temperatur zunimmt. Der erste Teil des Kesselrohres bleibt somit unter allen Umständen rein, wie auch das Speisewasser beschaffen sein mag. In jener Rohrzone dagegen, in der sich die Verdampfung vollzieht, wird der Salzgehalt des Wassers, in der Strömungsrichtung gesehen, immer stärker, weil die Dampfblasen, zunächst wenigstens, aus reinem Wasserdampf bestehen. Die stets konzentrierter werdende Lösung wird zuletzt in Form von feinen Tröpfchen von einem Strom gesättigten oder leicht überhitzten Dampfes getragen, bis sich das Wasser bei fortschreitender Verdampfung mit Salzen gesättigt hat, worauf diese in Gestalt staubförmiger Partikelchen ausgeschieden werden und als solche in den Ueberhitzer gelangen. Infolge der hohen Dampfgeschwindigkeit kann sich dieser trockene Salzstaub, von einem Hauch in der Grenzschicht abgesehen, im Kesselrohr nirgends in nennenswertem Masse festsetzen. Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass bei normaler Speisewasserreinigung die Salzabscheidung im Sulzer-Einrohr-Kessel so unbedeutend ist, dass sie auf die Haltbarkeit der Rohre und auf den Wirkungsgrad des Kessels auch im längern Betriebe keinen Einfluss hat. Zudem wird dieser an sich schon unbedeutende Salzbelag bei jedem Abstellen des Kessels automatisch ausgewaschen, weil dabei jedesmal das Kesselrohr mit Wasser angefüllt und durchspült wird.

Wo aber auf möglichst salzfreien Betrieb aus irgend einem Grunde besonderer Wert gelegt wird, kann der Sulzer-Einrohrkessel mit einer Einrichtung versehen werden, durch die das Kesselwasser auf einfache Weise während des Betriebes entsalzt werden kann. Zu diesem Zweck wird an derjenigen Stelle des Kesselrohres, wo die Verdampfung zu Ende geht, eine Art Wasserabscheider eingefügt (Abb. 5), der normalerweise von einer Mischung

von gesättigtem Dampf und beispielsweise 5 bis 10% Wasser durchströmt wird. Dieses Wasser, in dem, wie erwähnt, der grösste Teil der im Speisewasser ursprünglich enthaltenen Salze aufgelöst ist, wird im Abscheider niedergeschlagen und durch dessen Bodenventil automatisch abgelassen. Der im Abscheider entwässerte Satteldampf enthält nur noch Spuren von Salz und gelangt ohne weiteres in den Ueberhitzer. Die auf diese Weise aus dem Kesselrohr abgeleitete, konzentrierte Salzlösung wird von der Präzisionsregulierung automatisch durch Mehrspeisung von reinem Wasser ersetzt. Das Manko im Speisewasserreservoir wird, wenn nicht durch destilliertes Wasser, so mindestens durch chemisch gereinigtes Speisewasser ergänzt, das eine geringere Salzkonzentration besitzt, als der abgeleitete Rohrinhalt. So kann das Kesselwasser durch den Kessel selbst entsalzt werden, bis der Salzgehalt des abgezapften Rohrinhaltes demjenigen des chemisch gereinigten Ergänzungswassers entspricht. Von diesem Zeitpunkt an ist der Salzgehalt des erzeugten Dampfes kleiner als bei den meisten Trommelkesseln und die Versalzung der nachgeschalteten Turbinen praktisch ausgeschlossen. Diese Art der Entsatzung des Kesselwassers kann ohne jede Störung des Betriebes, auch periodisch statt dauernd, durchgeführt werden. Die einzige Begleiterscheinung des ganzen Vorganges ist in diesem Falle ein vorübergehender Temperaturabfall von etwa 20° C am Kesselsende. Man ersieht daraus, dass die Reinigung, bzw. das Reinhalten des Einrohrkessels nicht schwieriger ist als bei irgend einem Trommelkessel.

Die Speisepumpenarbeit.

Das Rohr eines 10 t Kessels ist etwa 1300 m lang, was zur Annahme verleiten könnte, dass die Speisepumpenarbeit verhältnismässig gross ist. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall. Der Rohrwiderstand ist in erster Linie eine Funktion der Geschwindigkeit und der Zähigkeit des durchfliessenden Mediums. Im Vorwärmer und im Verdampfer, wo die Wärmeübergangszahlen zwischen der Rohrwand und dem Wasser gross sind, darf die Durchflussgeschwindigkeit klein sein. Im Ueberhitzerteil, wo die innere Wärmeübergangszahl geringer ist, erhöht sich, wie übrigens schon im Verdampfer, die Durchflussgeschwindigkeit von selbst, weil das spezifische Volumen des durchströmenden Mediums zunimmt. Da aber hier die Zähigkeit erheblich geringer ist, entstehen dadurch nur mässige Verluste. Bei einem 100 at Kessel beträgt der Druck am Ende der Speisepumpe nicht mehr als 140 at, wobei die von der Speisepumpe aufgenommene Gesamtenergie nur etwa 2,7% der vom Dampf effektiv abgegebenen Leistung ent-

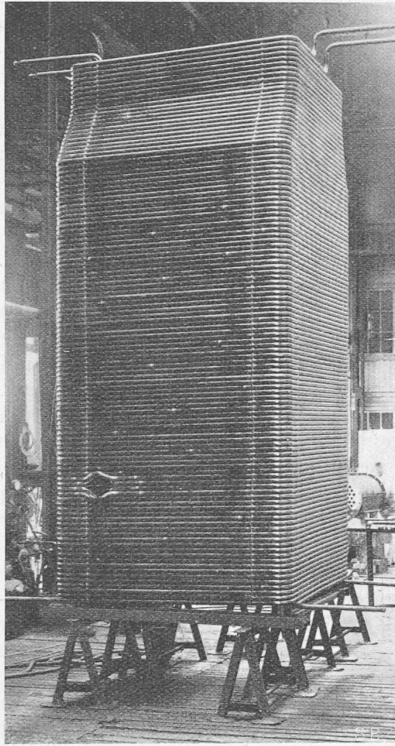


Abb. 7. Strahlungsteil eines 100 at Sulzer-Einrohrkessels für 10 t Stundenleistung beim Zusammenbau in der Werkstatt.

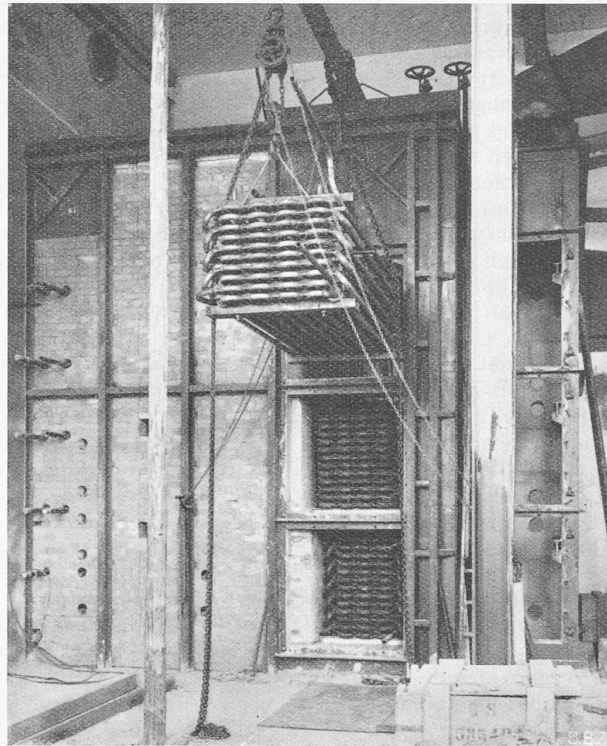


Abb. 8. Das Einbringen der Berührungsheizfläche in den Kessel.

spricht. — Abb. 6 zeigt die hydraulisch angetriebene Brennpumpe, die Einspritzpumpe und die Speisewasserpumpe eines grösseren Sulzer-Einrohrkessels.

Die Unempfindlichkeit des Einrohr-Kessels bei Betriebsunterbrechungen.

Im Gegensatz zum Grosswasserraum-Kessel, der während des nächtlichen Betriebsunterbruches meistens unter Druck gehalten wird, um die Anfahr- und die Abstellverluste zu vermeiden, lohnt es sich, den Einrohrkessel infolge seiner kurzen Anheizzeit von nur wenigen Minuten und seiner geringen Trägheit während der Nacht abzustellen. Dies ist hier umso eher möglich, als die Heizfläche des Einrohrkessels in mechanischer Hinsicht derart elastisch ist, dass irgendwelche Ermüdungserscheinungen durch das wiederholte Anlassen und Abstellen des Kessels ausgeschlossen sind. U. a. ergibt sich daraus auch eine merkliche Brennstoffersparnis.

Der Kesselwirkungsgrad.

Der Kesselwirkungsgrad hängt wesentlich von der Grösse und der Wirksamkeit der Heizfläche ab. Diese lässt sich mittels Rohrpaketen in einem verhältnismässig kleinen Raum unterbringen. Da die Heizfläche des Einrohrkessels zudem billiger ist, als diejenige des Trommelkessels, lässt sie sich in jedem Fall so bemessen, dass mit mässigen Anlagekosten hohe Kesselwirkungsgrade erreicht werden. Abb. 7, die den Strahlungsteil eines 10 t Einrohrkessels zeigt, lässt deutlich erkennen, dass die besonders wirksame Strahlungsheizfläche verhältnismässig gross ist und nebenbei einen vorzüglichen Schutz des Mauerwerks bietet. Die begrenzende Grösse für den Kesselwirkungsgrad ist hier, wie bei allen Kesseln, der Taupunkt der Verbrennungsgase. Wird dieser unterschritten, so bildet sich aus dem kondensierenden Wasserdampf und den wasserlöslichen Bestandteilen der Rauchgase ein säurehaltiges Kondensat, welches die metallischen Teile des Kessels mit der Zeit angreift. Oberhalb dieser Temperaturgrenze entspricht der Einrohrkessel in Bezug auf den Wirkungsgrad trotz seiner sehr geringen Anlagekosten allen Anforderungen, die an einen hochwertigen Dampferzeuger gestellt werden können.

Ueberdruckfeuerung.

Wird der Feuerraum durch Vorkompression der Verbrennungsluft so weit unter Druck gesetzt, dass Rauchgasgeschwindigkeiten von 40 bis 50 m/sec entstehen, so können die Wärmeübergangszahlen erhöht und infolgedessen die Heizfläche und die Rauchgasquerschnitte noch weiter verkleinert werden. Dadurch lassen sich die Aussendimensionen des ganzen Kessels weiterhin zusammendrängen, was namentlich bei Schiffsanlagen von Wichtigkeit ist.

Eine weitere Erhöhung des Feuerungsdruckes wäre unter sonst gleichen Verhältnissen unwirtschaftlich, weil der Leistungsbedarf für die Vorkompression der Verbrennungsluft dann erhebliche Beträge annimmt

und dieser Energieaufwand letzten Endes von der Gesamtleistung der Kraftanlage in Abzug gebracht werden muss, deren Wirkungsgrad dadurch verschlechtert wird. Um diesen Nachteil zu kompensieren, kann zwar im Rauchgaskreislauf eine Abgasturbine eingeschaltet werden, die wenigstens einen Teil der Antriebsleistung des Kompressors liefert. Dadurch wird aber der Wirkungsgrad des Einrohrkessels nicht verbessert und der mit dem Abgas-Turboaggregat erzielte Vorteil beschränkt sich somit auf die Raumerparnis. Mit Rücksicht auf den Preis und die Betriebsicherheit ist aber die etwas grössere Heizfläche des normalen Kessels dem Abgas-Turboaggregat vorzuziehen.

Aus diesen und andern Gründen wird der Sulzer-Einrohrkessel, wenn nicht besondere Umstände eine Ausnahme erfordern, im allgemeinen für mässige Feuerungsdrücke gebaut und dementsprechend auch die Anwendung von Abgas-Turboaggregaten vermieden. Inbezug auf den Brennstoff ist der Einrohrkessel nicht nur auf Gas und Oel allein beschränkt, sondern ebenso sehr für Kohlenstaub und Stückkohle geeignet, wobei natürlich jeder brauchbare Rost Verwendung finden kann.

Der Zusammenbau des Einrohrkessels.

Der Zusammenbau des Einrohrkessels ist sehr einfach (Abb. 8). Die Rohrelemente werden an Ort und Stelle aneinandergesetzt. Bei günstigen Transportmöglichkeiten können aber schon in der Werkstatt grössere Teile zusammengebaut werden, wie aus Abb. 7 hervorgeht.

Raumbedarf.

Inbezug auf den Raumbedarf ist der Einrohrkessel infolge seiner grossen Heizfläche der eng zusammengeführten Rohre und namentlich wegen der Freiheit, die dem Konstrukteur hinsichtlich der Disposition der Rohre zur Verfügung steht, dem Trommelkessel weit überlegen. Die Leistungskonzentration, d. h. die auf die Gewicht- oder die Raumeinheit bezogene Leistung einer Kraftanlage bildet in vielen Fällen die entscheidende Frage. Beim Dampfkessel hängt der Raumbedarf zunächst ganz allgemein davon ab, ob er mit Kohle oder mit Oel befeuert wird. Wo der Kessel möglichst klein werden soll, muss mit Oel- oder Gasfeuerung gerechnet werden.

Ebenso wichtig wie der absolute Raumbedarf ist aber die Anpassungsfähigkeit an den vorhandenen Raum. In dieser Hinsicht wird der Einrohrkessel, der ebensogut stehend wie liegend, gedungen oder länglich angeordnet werden kann, von keiner andern Bauart übertroffen. Durch die überlegene Schmiegsamkeit des ausschliesslich rohrförmigen Heizflächenelementes lassen sich die beim Wasserröhrenkessel unvermeidlichen Lücken und toten Räume beim Einrohrkessel bis zum letzten Winkel zum Unterbringen von Strahlungs- oder Berührungsfläche ausnützen.

Einen anschaulichen Vergleich zwischen den verschiedenen Bauarten bieten die Abb. 9 bis 16. Jeder der hier im gleichen Masstabe in Auf- und Grundriss dargestellten acht Kessel ist für 10 t normale und 12,5 t maximale Stundenleistung berechnet. Während aber die beiden Wasserröhrenkessel der Abb. 9 und 10 Dampf von 35 at liefern, sind die sechs Einrohrkessel der Abb. 11 bis 16 für 100 at Betriebsdruck gebaut.

Abb. 9 zeigt den normalen Wasserröhrenkessel der Zweitrommelbauart, mit Wanderrost und Kohlenfeuerung. Der Fussboden ist hier auf der Höhe des Rostes angeordnet. Wie ersichtlich, hat dieser Kessel von allen hier untersuchten den grössten Raumbedarf. Etwas kleiner ist der ölgefeuerte Wasserröhrenkessel nach Abb. 10. Die Bauart ist die selbe. Hier fehlt aber die Unterkellerung zur Entfernung der Asche. Auch die Heizflächen sind des besseren Wärmeüberganges wegen kleiner. Abb. 11 stellt einen Einrohrkessel der Turmbauart für 100 at und Kohlenfeuerung dar. Die Strahlungsfläche, der Ueberhitzer, der Speisewasser- und der Luftvorwärmer sind hier übereinander angeordnet. Auch hier ist wegen der Unterkellerung der Fussboden erhöht. Wie namentlich aus dem Grundriss hervorgeht, ist dieser kohlengefeuerte Einrohrkessel erheblich kleiner als der kohlengefeuerte Wasserröhrenkessel (Abb. 9) und selbst als der ölgefeuerte Wasserröhrenkessel (Abb. 10).

Abb. 12 stellt eine andere Ausführungsform eines kohlengefeuerten Einrohrkessels dar, bei welcher der Strahlungsteil, der Ueberhitzer und der Speisewasservorwärmer zusammen, sowie der Luftvorwärmer in drei nebeneinander angeordneten Schächten untergebracht sind. Wie die für Kohlenfeuerung gebauten Kessel ist auch dieser unterkellert.

Das Gegenstück zum kohlengefeuerten Turmkessel nach Abb. 11 stellt der ölgefeuerte Turmkessel nach Abb. 13 dar. Auch hier sind der Strahlungsteil, der Ueberhitzer, der Speisewasservorwärmer und der Luftvorwärmer übereinander im selben Schacht angeordnet. Die Verbrennungsluft wird vom Druckgebläse in den doppelwandigen Kesselmantel gefördert und von diesem nach oben geführt, wobei die Verbrennungsluft die durchgesickerte Kesselwärme mit sich nimmt. Von hier aus durchzieht die Luft den Vorwärmer und gelangt dann zu den Brennern. Bemerkenswert an diesem Kessel ist, dass er auch als Schiffskessel in Betracht kommt und hier infolge seiner schlanken Bauart im Kamin-schacht selbst untergebracht werden kann.

Analog bildet der ölgeheizte Einrohrkessel nach Abb. 14 das Gegenstück zum kohlengefeuerten Kessel nach Abb. 12. Sämtliche Heizflächen sind wie dort in drei nebeneinander angeordneten Schächten untergebracht. Das Fehlen der Unterkellerung und die etwas kleineren Heizflächen ergeben eine sehr gedrungene Konstruktion. Abb. 15 zeigt den, in Bezug auf den Umriss der herkömmlichen Bauart entsprechenden Schiffskessel für Oelfeuerung. Der Strahlungsteil ist hier horizontal angeordnet. Die sich nach oben verjüngenden Rohrpakete der Berührungsheizfläche, sowie der Luftvorwärmer sind schichtweise darüber gelagert.

Während sämtliche in den Abb. 9 bis 15 gezeigten Kessel mit normalen Feuerungsdrücken arbeiten, ist in Abb. 16 ein ölgefeuerter Schiffskessel mit Druckfeuerung dargestellt. Der Feuerungsdruck ist zwar mässig und beträgt normalerweise nicht mehr als 0,2 at Ueberdruck. Schon dadurch können aber Rauchgasgeschwindigkeiten von 40 bis 50 m/sec erreicht und dementsprechend kleinere Durchgangsverschnitte zugelassen werden. Dies wirkt sich, wie ersichtlich, in einer ganz erheblichen Verkleinerung der Kesseldimensionen aus. Der Feuerungsdruck ist hier noch niedrig genug, um den Arbeitsbedarf für die Verdichtung der Verbrennungsluft auch ohne Zuhilfenahme einer Abgasturbine in guten Grenzen zu halten. Die Hilfsmaschinen dieses Kessels sind also nicht merklich schwerer als jene einer normalen Ausführung und stellen auch keine höheren Anforderungen an die Bedienung.

Der Vergleich zwischen dem Einrohrkessel nach Abb. 16 und dem Wasserröhrenkessel nach Abb. 10 lässt erkennen, welch ausserordentlicher Platzgewinn durch die Einrohrbauart ermöglicht wird. Dabei ist ausdrücklich hervorzuheben, dass die Heizfläche des Einrohrkessels nach Abb. 16 im Durchschnitt wohl höher, im einzelnen aber, und dies ist für die Haltbarkeit ausschlaggebend, viel gleichmässiger belastet ist als jene des Wasserröhrenkessels nach Abb. 10. Der Einrohrkessel nach Abb. 16 ist

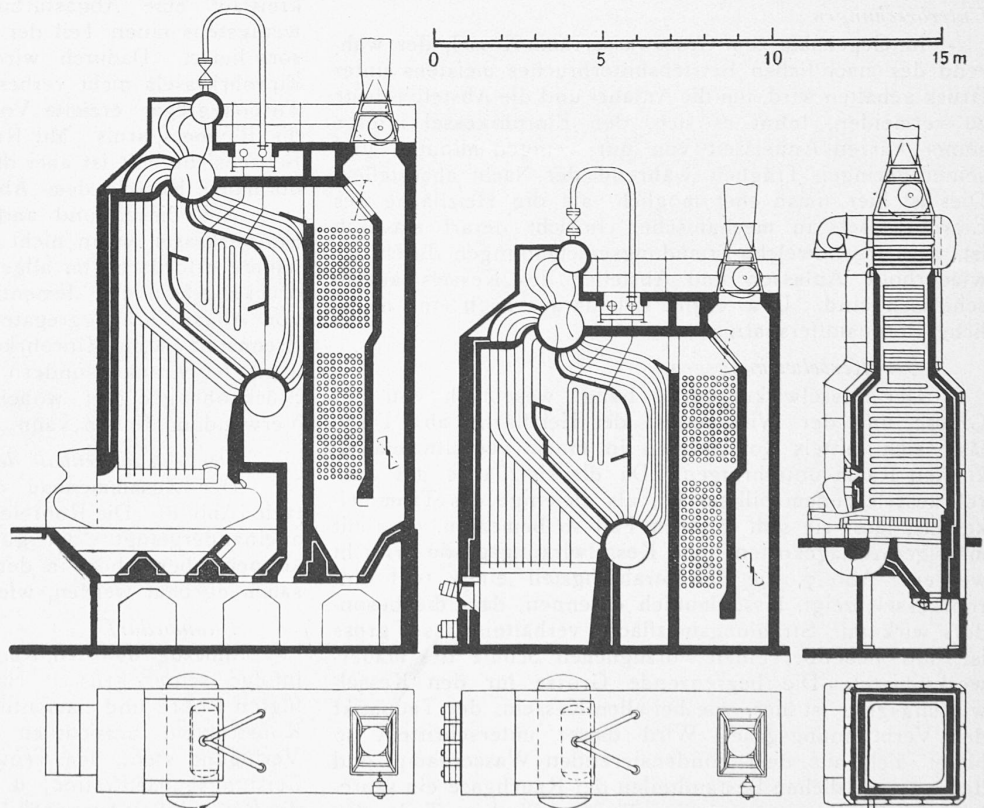
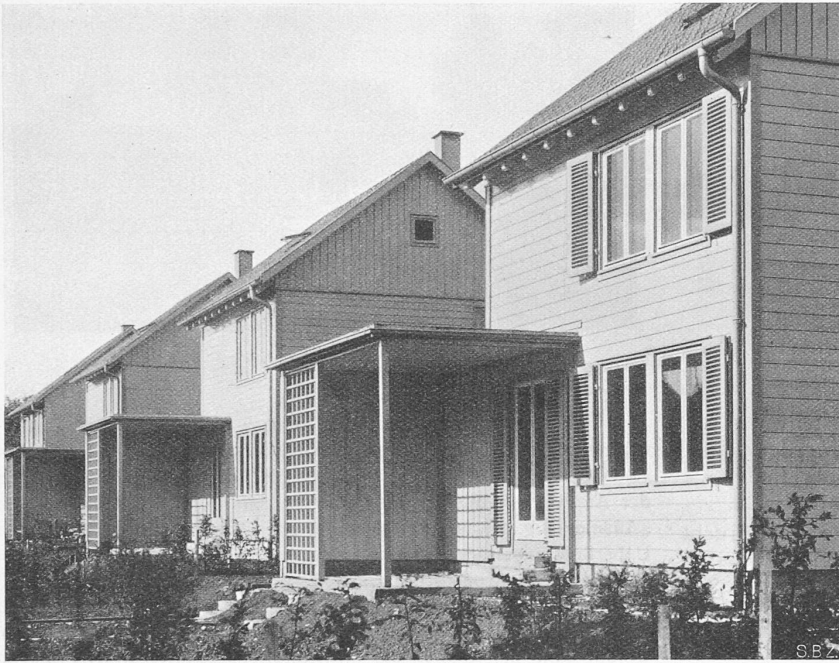


Abbildung 9.
Wasserröhrenkessel
mit Kohlenfeuerung.

Abbildung 10.
Wasserröhrenkessel
mit Oelfeuerung.

Abb. 11.
Einrohrkessel der
Turmbauart mit
Kohlenfeuerung.

Abb. 9 bis 16. Vergleich zwischen dem Raumbedarf des Wasserröhrenkessels und demjenigen einiger Einrohrkesseltypen. Sämtliche Kessel sind für eine stündliche Dampfleistung von 10 t bei normaler Last und von 12,5 t bei maximaler Last be-



Hausreihe vom Typ 2, Ansicht der Gartenseite mit gedecktem Sitzplatz vor dem Wohnraum, aus Südosten.

daher keineswegs ein hochbeanspruchter Spitzenkessel, der notwendigerweise eine kurze Lebensdauer haben müsste. Dieser Kessel stellt vielmehr, wie schon erwähnt, noch nicht die äusserste Entwicklungsstufe dar. Es bliebe noch die Möglichkeit, mit einer Abgasturbine noch höhere Feuerungsdrücke anzuwenden und dadurch noch kleinere Dimensionen zu erzielen. Dieser Variante fehlt aber aus den weiter oben angeführten Gründen die wirtschaftliche Rechtfertigung.

Eine Holzhaus-Siedlung in Winterthur.

Architekt F. SCHEIBLER, Winterthur.

Dass unser seit altersher bewährter Baustoff Holz auch der neuzeitlichen Bauweise zu entsprechen vermag, hat besonders der Holzhaus-Wettbewerb der Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für das Holz (Lignum) und des Schweiz.

10 m, an Stelle von 8 bzw. 16 m bei Holzhaute; Stockwerkhöhen von 2,4 m i. L. an Stelle von 2,5 m; Haustürbreiten und Treppenbreiten von 90 cm statt 1 m; Zusammenbauen von drei Holzhäusern unter der Bedingung, dass zwischen den Häusern Betonbrandmauern aufgeführt werden.

Die Kolonie von 14 Häusern umfasst: drei Häuser vom Typ 1 (ein Wohnraum, zwei Schlafräume, Küche und übliche Nebenräume); neun Häuser vom Typ 2 (vier, event. fünf Räume, Bad, Küche und übliche Nebenräume) und zwei Häuser vom Typ 3 (zwei Wohnräume, drei Schlafräume, Küche, Bad und übliche Nebenräume).

Die Keller der Häuser sind betonierte und mit einer 12 cm starken Eisenbetonplatte abgedeckt. Darauf wird ein Riegelwerk montiert, das aussen mit einer Schräg-Schalung als Verstrebung und teilweise mit einer senkrechten Schalung mit Lattung, mit einer horizontalen Schalung oder mit Schindeln versehen ist. Inwendig erhalten die Wohn- und Schlafräume ebenfalls eine Rohschalung, auf die das Täfer angeschlagen wird. Zwischen dem Täferwerk ist ausserdem eine Sottophonmatte als Isolierung angebracht. Die Küchen, Bäder und Aborte sind inwendig mit 6 cm-Langlochsteinen ausgemauert und verputzt. Jedem Haus ist ein Geräteabstellraum und ein reichlich bemessener Garten angegliedert. Die Preise der fertigen Einfamilienhäuser schwanken, Boden inbegriffen, zwischen 32000 und 39000 Fr.

Als erste Bauetappe sind erstellt acht Häuser Typ 2 und ein Haus Typ 3, die übrigen fünf Häuser sind einer zweiten Bauetappe vorbehalten. Die Siedlung wird vom 20. bis 28. Oktober (täglich 10 bis 18 h) als Ausstellung

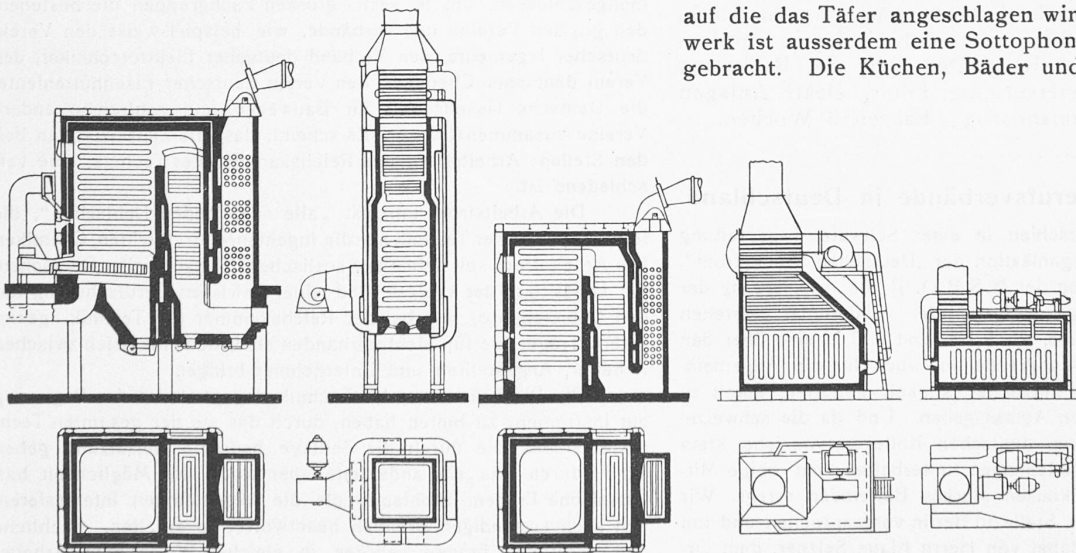


Abb. 12. Einrohrkessel der Blockbauart mit Kohlenfeuerung.

Abb. 13. Einrohrkessel der Turmbauart mit Oelfeuerung.

Abb. 14. Einrohrkessel der Blockbauart mit Oelfeuerung.

Abb. 15. Einrohrkessel vom Schiffstyp mit Oelfeuerung.

Abb. 16. Einrohrkessel mit Druckfeuerung, aber ohne Abgasturbine.

rechnet. Der Dampfdruck der Wasserröhrenkessel nach den Abbildungen 9 und 10 beträgt 35 at, derjenige der Einrohrkessel nach den Abbildungen 11 bis 16 beträgt 100 at. — Einheitlicher Masstab 1 : 200.