

Nur die wenigsten Dampfkessel enden mit einer Explosion; die allermeisten Kessel gehen zu Grunde an einer Reihe von Schwächungen und Beschädigungen, die günstigen Falles vermieden werden können durch richtige, sachgemässe Ueberwachung und Behandlung der Dampfkessel. In diesem Falle wäre es nur der „Zahn der Zeit“, welcher die Dauer eines Dampfkessels beschränkt. Welches Alter ein solid gebauter Dampfkessel bei Beobachtung aller Sicherheits- und Vorsichtsmaassregeln sowie aller Betriebsregeln zu erreichen vermag, ist noch nicht festgestellt, da hierzu unsere Dampftechnik noch zu jung ist. Dass aber richtige Behandlung und sachgemässe Ueberwachung einen sehr grossen Einfluss auf die Dauer der Dampfkessel auszuüben vermag, lehrt der Umstand, dass im Deutschen Reiche im Jahre 1878 noch 959 Kessel existirten, die vor dem Jahre 1851 gebaut wurden (s. „Monatsheft zur Statistik des Deutschen Reiches“ Aprilheft 1880), dass dagegen viele Kessel kaum den dritten Theil dieses Alters erreichen, wie die tägliche Erfahrung lehrt. Dabei findet man manche jener ältesten Kessel, die noch für eine lange Betriebszeit die beste Aussicht haben.

Die so oft vorkommende kurze Dauer eines Dampfkessels ist in der Thatsache begründet (abgesehen von Fabrikations- und dergl. anfänglichen Fehlern), dass in sehr vielen Fällen den Kesselbesitzern und Wärtern das richtige Verständniss für die Natur der Zerstörungen an Dampfkesseln abgeht; sie kennen nicht die Quellen der Beschädigungen, haben kein richtiges Urtheil über den Gefährlichkeitszustand, wissen die Ursachen nicht zu beseitigen und verstehen besonders nicht die Fehler aufzusuchen und zur rechten Zeit zu entdecken. So kommt es, dass Zerstörungen aller Art entstehen, die Betriebsaufenthalt und kostspielige Reparaturen im Gefolge haben, ja selbst Explosionen können die Folge sein. Dass letztere wegen ihrer Gemeingefährlichkeit die öffentliche und behördliche Aufmerksamkeit besonders auf sich ziehen, ist selbstverständlich, jedoch bleibt es zu bedauern, dass die sogenannten Reparaturschäden zu sehr in den Hintergrund treten. Würden diese mehr an die Oeffentlichkeit gezogen, etwa eine Statistik aller Reparaturen und deren Kosten, sowie die damit verbundenen Verluste durch

Betriebsstörungen und an Löhnen der Arbeiter, aufgestellt, so würde mancher nicht technisch gebildete oder sorglose Kesselbesitzer, der zufällig noch keine übeln Erfahrungen gemacht hat, Veranlassung nehmen, die Saiten straffer zu ziehen. Solche Fälle von Reparaturschäden kommen mehr als tausendmal so oft vor als Explosionen und der durch erstere herbeigeführte Gesamtverlust ist viel grösser als der durch letztere.

Es sollen deshalb in den folgenden Aufsätzen die verschiedenen Fehler aufgezählt werden und zur Erörterung kommen, welche an Kesseln entstehen können; dabei sollen die Ursachen der Fehler beleuchtet und Rathschläge ertheilt werden, in welcher Weise dieselben zu beseitigen sind, besonders aber, wie ihnen vorzubeugen ist.

Die Besprechung soll so gehalten werden, dass sie einerseits für die vielen nicht sachverständigen Kesselbesitzer verständlich ist; andererseits soll sie aber auch für angehende Techniker Belehrung und Uebersicht über den sehr vielseitigen Gegenstand bieten.

Die besonders wichtigen Vorgänge und Ursachen, durch welche Dampfkessel zerstört werden, sind (abgesehen von den spezifischen Explosions-Ursachen) folgende:

1. Verbrennen der Bleche;
2. Verrosten derselben;
3. Zusammengesetzte chemische Wirkungen;
4. Folgen ungleichmässiger Erwärmung oder Abkühlung der Wandungen;
5. Constructionsfehler;
6. Fehlerhafte Behandlung;
7. Schlechte Arbeit bei Fabrikation und Reparatur;
8. Geringes Material;
9. Allmählicher Verschleiss.

Diese 9 Punkte sollen in der Reihenfolge ihrer Aufstellung nacheinander näher erörtert werden.

1. Verbrennen der Bleche.

Der gefürchtetste und in der That gefährlichste Fall, welcher hierher gehört, ist der Wassermangel. Sinkt der Wasserstand im Kessel so tief, dass das Feuer aussen mit Blechstellen in Berührung kommt, welche innen nicht vom Wasser bespült sind, so werden diese Stellen überhitzt oder kommen sogar zum Erglühen; dadurch wird das Eisen weich und kann dem Dampfdrucke nicht Widerstand leisten, es verbiegt sich an diesen Stellen, reisst, sodass der Kessel untauglich wird und Reparatur verursacht, sehr leicht aber auch Explosionen entstehen.

Gegen Wassermangel ist man auch bei dem gewissenhaftesten und nüchternsten Heizer nicht absolut gesichert, denn es ist in den selten-

sten Fällen reine Vergesslichkeit Schuld am Wassermangel, gewöhnlich ist Täuschung des Wärters oder ein unbekannter Schaden am Kessel die Ursache. Verstopft sich eine Verbindung der Wasserstandszeiger mit dem Kessel, so zeigt der betreffende Apparat einen falschen Wasserstand und der Wärter lässt sich täuschen; oder auch die Kesselwandungen erhalten unvermuthet ein Loch durch welches Wasser unbemerkt verloren geht u. dergl.

Es ist daher stets im Interesse der Sicherheit gerathen, Vorkehrungen zu treffen, welche solchen Eventualitäten entgegenwirken. Dahin gehören die Vorkehrungen, welche zu tiefen Wasserstand selbstthätig verhindern sollen (selbstthätige Speiseapparate); ferner diejenigen, welche einen zu tiefen Wasserstand, bevor er gefährliche Tiefe erreicht, signalisiren (z. B. Black'sche Lärmpfeife); endlich diejenigen, welche selbstthätig das Feuer löschen, ehe noch die Bleche zum Erglühen kommen (Schmelzpfropfen in der Feuerplatte). Vollkommene Sicherheit wird keine dieser Vorrichtungen bieten können, denn es ist nicht ausgeschlossen, dass sie gerade im Augenblick der Gefahr versagt. Es ist nicht überflüssig, zwei oder alle drei der genannten Vorrichtungen anzubringen, zumal die beiden letzten einfach und billig sind. Die selbstthätigen Speiseapparate sind aber auch nicht theurer als die gewöhnlichen Speisepumpen, haben ausserdem aber auch noch den Vortheil, dass sie stets einen normalen und ganz gleichmässigen Wasserstand erhalten, was für Kohlensparniss und sicheren Betrieb immer von günstigem Einfluss ist.

Man ist geneigt anzunehmen, dass die verschiedenen Kesselsysteme verschieden grosse Gefahr bei Wassermangel in sich bergen. Thatsache ist, dass die Wasserröhrenkessel (bestehend aus vielen ca. 100 mm weiten unter sich verbundenen Röhren, in deren Innerem sich das Wasser resp. Dampf befindet) die geringste Gefahr darbieten, da die Rohre wegen ihres kleinen Durchmessers sehr viel weniger durch Druck beansprucht werden, besonders aber, weil die Zerstörung verhältnissmässig nur kleine Austrittsöffnungen für den Inhalt schaffen kann und daher eine Entleerung nicht plötzlich eintritt. Aehnlich ist die Sache bei den Heizröhrenkesseln (Fig. 1, Taf. 1). Bei eintretendem Wassermangel kommen zuerst die Rohre der oberen Reihe zum Erglühen, weshalb auch diese allein bersten werden, von welchem Vorgang der Kesselmantel meist unberührt bleibt. Für die gefährlichsten Kessel werden die Flammrohr-(Cornwall)Kessel mit Innenfeuerung gehalten, da hier die Wände der innenliegenden weiten Rohre zuerst zum Glühen kommen und eine kleine Abweichung aus der runden Form die Widerstandsfähigkeit der Rohre fortschreitend verringert, dieselben zusammendrückt und plötzlich grosse Oeffnungen erzeugt, dadurch die momentane Entleerung des Inhaltes (d. h. Explosion) verursacht.

Es können jedoch auch Umstände bei Dampfkesseln eintreten welche Verbrennen der Kesselbleche und Erglühen der Wandungen verursachen, ohne dass Wassermangel vorliegt.

Am 1. Septbr. 1879 explodirte in einer Dampfmühle zu M.-Gladbach ein Dampfkessel, welcher nach der Art Fig. 2. gebaut und eingemauert war. R ist der Rost, H der Hauptkessel, V ein Vorwärmer, S ein gemeinschaftlicher Dampfsammler. Die Feuergase zogen vom Rost aus durch den Zug I unter dem Hauptkessel entlang nach hinten, durch den Zug II unter dem Vorwärmer entlang nach vorn und zuletzt durch den Zug III nach hinten, in welchem Zuge die oberen Theile dieser beiden Kessel und der Dampfsammler zum Zweck des Dampftrocknens lagen. Nun war über dem Rost bei a ein Theil der Zugabdeckung eingefallen; das Feuer trat durch diese Oeffnung direct in den obern Zug, wodurch der dort befindliche Theil des Dampfsammlers glühend wurde, in der Länge von ca. 2 m abriß und seine Umgebung zerstörend davon flog (Specielles s. „Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine.“ October-Nummer 1879).

Gleichfalls in einer Mühle bei Strehlen explodirte im Mai 1879 ein Dampfkessel, welcher in Fig. 3. angedeutet ist. Derselbe bestand aus 7 einzelnen mit engen schmiedeeisernen Röhren untereinander verbundenen Kesselschüssen und 1 Dampfsammler. Die Richtung der Verbrennungsgase in den Zügen ist durch Pfeile angedeutet. Die Flamme traf vom Roste aus auf die obere Hälfte des ersten Kesselkörpers, wo die Dampfentwicklung so energisch stattfand, dass der Dampf nicht ebenso schnell durch das enge Verbindungsrohr entweichen konnte. Es entstand daher in diesem Kessel oben ein Dampfraum, das Blech wurde an der Stelle glühend und wurde herausgetrieben. (S. „Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine“ November-Nummer 1879.)

Diese beiden Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, mit welcher Umsicht und Sachkenntniss bei Construction eines neuen Kesselsystems vorgegangen werden muss, dass man nur bewährte Systeme wählen, ausserdem aber auch die Anlage in sachgemässer Weise und allseitig überwachen muss.

Zerstörungen der Bleche müssen eintreten in allen Fällen, wenn das Wasser gehindert wird, kühlend das Blech zu berühren. Besonders unangenehm und lästig ist in dieser Beziehung der Kesselstein. Während das Wasser verdampft, bleiben die mitgeführten mineralischen Bestandtheile im Kessel zurück und setzen sich an den inneren Seiten der Wandungen als feste steinige Schicht an. Als schlechter Wärmeleiter erschwert dieser den Uebergang der Wärme an das Wasser und wenn er an den heissesten Stellen gerade besonders dick wird, dann erhitzen sich die Bleche dadurch bedeutend und verderben.

Um dem dadurch entstehenden Schaden vorzubeugen, reinigt man die Kessel zur rechten Zeit. Wenn dadurch auch verhindert wird, dass die Bleche glühend werden und verbrennen, so ist es doch unausbleiblich, dass in den Zwischenzeiten der Reinigungen die Kesselsteinschicht allmählich dicker wird und die Bleche sich in demselben Maasse stärker erwärmen. Der schädliche Einfluss stärkerer Erwärmung und darauffolgender Abkühlung wird nicht so häufig und augenscheinlich wahrgenommen, als dass er besonders gefürchtet würde; doch lässt sich mancher scheinbar unerklärliche Riss darauf zurückführen, worüber in einem der folgenden Abschnitte Näheres mitgetheilt werden soll.

Manche Stellen des Kessels sind besonders empfindlich für diese Einwirkung des Kesselsteines. Bei Feuerröhrenkesseln (Fig. 1) setzt sich leicht viel Kesselstein an den Stirnböden des Kessels zwischen den einzelnen Röhren an, indem die Rohrsysteme siebartig auf die im Wasser schwimmenden Kesselsteinsplitter und Schalen wirken. An derjenigen Rohrwand aber, an welcher das Feuer in die Rohre zieht, brennen diese aufgefangenen Theile leicht in Klumpen an das Bodenblech fest und verhindern die gehörige Kühlung dieses Bleches durch das Wasser. Das Bodenblech zwischen den Rohren überhitzt sich dadurch, die Rohre werden zunächst undicht und dann reisst auch das Blech dazwischen durch, sehr unangenehme Reparaturen verursachend. Es ist äusserst wichtig auf diesen Punkt mit der grössten Gewissenhaftigkeit zu achten, denn er ist fast immer die alleinige Ursache, wenn die Röhren dieser Kessel undicht werden, und hat diese Kessel eine Zeit lang, und theilweise noch heute, in Misscredit gebracht. Wird bei jeder Reinigung auf sorgfältige Entfernung der erwähnten Anhäufungen gehalten, dann werden die Rohre auch immer dicht und gut sein. Allerdings verursacht diese Reinigung einige Mühe, zumal wenn sie ungeschickt gehandhabt wird; Näheres über dieselbe ist in Abschnitt 6 erörtert. Auch die Feuerplatten haben häufig durch den Kesselstein stark zu leiden, weil sie der ersten Hitze des Feuers ausgesetzt sind. Man ist leicht geneigt anzunehmen, dass die Dicke der Kesselsteinschicht auf der Feuerplatte am grössten sein müsse, weil dort das meiste Wasser verdampft, also auch der entsprechende Theil Niederschläge entstehen wird. Wenn dieser Vorgang durch die Erfahrung nicht bestätigt wird, so liegt es wohl daran, dass durch die auf der Feuerplatte lebhaft entwickelte Dampfwicklung den mineralischen Partikelchen keine Ruhe zum Absetzen gelassen wird. Im Fall, dass sich doch der Kesselstein dort absetzen kann springt derselbe infolge der starken Erwärmung der Feuerplatte in dünnen Schichten und Schalen los. Daher macht man sehr häufig die Beobachtung, dass sich viel loser Schlamm auf der Feuerplatte absetzt, wodurch letztere schon sehr oft durchgebrannt ist. Vielleicht ist dieser Schlamm der dem hier verdampften Wasser

entsprechende Theil Kesselstein, durch die starke Bewegung am Krystallisiren verhindert. Doch kommen andere Umstände noch mit in Betracht, die Schlammansammlung auf der Feuerplatte zu vermehren. Dahin gehört die Circulation des Wasser. Denkt man sich in Fig. 4, s. Taf. 1 den Raum eines Dampfkessels als Längenschnitt dargestellt, so wird das über dem Rost am stärksten erhitze Wasser als specifisch leichter in die Höhe steigen in der Richtung der Pfeile 1; dieses Wasser wird ersetzt durch kälteres Wasser aus dem Hintertheil des Kessels, das in der Richtung der Pfeile 2 und 3 herzufließt. Die oberen Schichten des Wassers liegen dem Feuer am entferntesten, kühlen sich daher wieder etwas ab und sinken, wie Pfeil 4 andeutet, hinten wieder nieder. Mehr noch als die Temperaturunterschiede (diese können nur klein sein wegen der sofort eintretenden Verdampfung) ist es der auf der Feuerplatte aufsteigende Dampf, welcher hier das Wasser mit empor reisst; dementsprechend muss es hinten wieder sinken, wodurch eine in gleichem Sinne stattfindende Wassercirculation hervorgerufen wird. Die erdigen Theile nun haben immer das Bestreben niederzusinken, werden durch die Bewegung der Pfeile 2 und 3 nach vorn getrieben und sammeln sich naturgemäss hier auf der Feuerplatte an, da sie zu schwer sind, um an der hier stattfindenden Aufwärtsbewegung des Wassers theilzunehmen. Man hat die Wahrnehmung gemacht, dass die Schlammansammlung auch unter der Stelle bedeutender ist, an welcher der Dampf abfließt. Diese Erscheinung liesse sich wohl erklären dadurch, dass Dampf und das mitgerissene Wasser nach dieser Stelle hinströmen, dort verschwinden und zur Ruhe kommen, weshalb hier der Schlamm zum Absetzen Gelegenheit findet. Deshalb sollte man keinen Dom über der Feuerplatte anbringen.

Ist der Kessel in fortwährendem Betriebe, so schaden solche Schlammansammlungen nicht so leicht, da sie immer vom Wasser wieder aufgespült und ganz locker erhalten werden, sodass die Platte immer noch gekühlt wird. Schlimmer ist es, wenn der Kessel zeitweise stehen bleibt (während der Nacht, des Sonntags, der Feiertage u. s. w.); dann kann sich der Schlamm zu einem compacten Haufen zusammensetzen, der dem Wasser die Berührung mit dem Blech unmöglich macht, wozu auch die hängen bleibenden Dampfblasen mit beitragen, und dadurch das Blech verbrennt.

Dieser Vorgang wird noch kritischer durch die Thatsache, welche bei Röhrenkesseln (Fig. 1) besonders hervortritt, dass wenn sich diese Kessel etwas abkühlen (wie z. B. während mehrerer Feiertage), dadurch auch etwas zusammenziehen, der Kesselstein von den Röhren wie auch von den übrigen Wänden leicht abspringt und in Form von Schalen auf der Feuerplatte zusammengehäuft wird. Der übrige dünne Schlamm verbindet diese Schalen zu einem compacten Haufen, Dampfblasen blei-

ben unter demselben hängen und die Bedingungen zum Verderben der Feuerplatte sind fertig.

An der Lage dieser Schalen erkennt man übrigens recht deutlich, dass die Wassercirculation ihre Zusammenschleppung auf der Feuerplatte bewirkt, denn diese Schalen stehen alle aufrecht in dem Haufen, von dem aufwärtsströmenden Wasser- und Dampfmassen aufgerichtet.

Wenn hervorgehoben wurde, dass sich die Kesselsteinschalen besonders während einer Abkühlungsperiode des Kessels ablösen, so soll damit nicht gesagt sein, dass es bei einer anderen Gelegenheit nicht geschieht. Es springen diese Schalen vielmehr während des Betriebes häufig genug los, um einen gefährlichen Haufen zu erzeugen. Auch sei man bei Anwendung von Kesselsteinmitteln vorsichtig, mit denen man bezweckt, alten festen Kesselstein während des Betriebes zu lockern und zu lösen, da die abfallenden Schalen in beschriebener Weise gefährlich werden können. Trotzdem diese Umstände und eintretende Schäden sehr bekannte Erscheinungen sind, kommen sie doch noch täglich vor und ist es nothwendig, dass sie auch hier noch einmal gehörig hervorgehoben werden.

Weniger gefährlich als die zusammengespülten Schlamm- und Steinhaufen sind die sich an die Bleche in gleichmässig dicken Schichten ansetzenden Mineralien; aber sie verursachen eine stärkere Erwärmung der Bleche, als es sonst der Fall wäre, und verursachen Wärmeverluste.

Ganz in derselben Weise wie ein Schlammhaufen wirken ferner Gegenstände, welche aus Versehen oder Zufall in dem Kessel liegen bleiben oder hineingelangen, wie z. B. Kesselhämmer, Besen, Kratzen u. dergl. Werkzeuge (ja sogar ganze Leitern sind darin schon stehen geblieben, Steine sind aus Zufall oder Böswilligkeit hineingefallen resp. geworfen worden). Solche Gegenstände werden ebenso gut wie die anderen Bleche mit Kesselstein und Schlamm überzogen und wehren dem Wasser die Berührung mit dem Blech ebenso vollkommen wie Schlammhaufen.

Wie den Uebelständen und nachtheiligen Folgen des Kesselsteines und des Schlammes vorzubeugen ist, darüber lässt sich allein ein ganzes Buch schreiben. Hier können nur die Hauptgesichtspunkte erörtert werden.

Die Mittel gegen Kesselstein zerfallen zunächst in 2 grosse Gruppen, 1. die mechanischen und 2. die chemischen Mittel. Die ersteren eignen sich wegen ihrer Einfachheit besonders für nicht Sachverständige und solche Besitzer, welche sich selbst nicht gern um den Kessel kümmern. Sie haben den Nachtheil, dass sie nicht so gründlich und vollständig wirken als die Mittel der zweiten Gruppe. Die letzteren erfordern bei

ihrer Anwendung viel Umsicht, Vorsicht und Verständniss, ausserdem aber auch Chemikalien, somit Kosten.

Zu der ersteren Gruppe, mechanische Mittel, gehört vor allem das Ausklopfen des Kesselsteines und Ausräumen des Schlammes mit Kratzen und Besen. Um das Ausklopfen zu erleichtern, kann man Sorge tragen, dass der Kesselstein nicht so fest an den Blechen haftet. Das geschieht und gelingt auch ganz gut durch Ausreiben des Kessels, dessen Bleche gut metallisch rein gemacht sind, mit nicht klebenden Substanzen, z. B. Graphit. Derselbe wird angefeuchtet, aufgestrichen und dann gebürstet, damit er sich nicht zu bald von den Blechen abspült. Aus demselben Grunde feuchtet man ihn wohl auch mit flüssigen Substanzen an, welche eine ähnliche nichtklebende Schicht abgeben wie Graphit, z. B. Vulcanöl. Auch kann man das Kesselklopfen erleichtern durch Zusätze zum Speisewasser, welche vermöge ihrer schleimigen Natur die einzelnen mineralischen Theilchen einhüllen und so die Krystallisation verhindern. Die Mineralien können sich infolge dessen nicht als fester Stein, sondern als lockerer, pulveriger Körper absetzen. Zu solchen schleimenden Substanzen gehört die Stärke und daher rührt der bekannte Gebrauch, Kartoffeln in den Kessel zu bringen. Es ist nun aber nicht vortheilhaft, die vollständigen Kartoffeln in den Kessel zu bringen, wie es gewöhnlich geschieht, wenn man nicht weiss, auf was es dabei ankommt, oder wenn man aus Sparsamkeitsrücksichten gar nur Kartoffelschalen anwendet, die nur sehr wenig Stärke enthalten. Die dabei resultirenden Fasern und Stücke schwimmen im Wasser umher, verstopfen Rohre und Hähne und vermehren unnützerweise den Schlamm im Kessel. Will man solche Mittel anwenden, so thut man besser und kommt billiger dazu, wenn man aus der Stärkefabrik Abfallstärke bezieht. Manche andere Pflanzen geben im Kessel auch einen nützlichen Schleim ab, z. B. Sealgeln, welche getrocknet im Handel als Mittel gegen Kesselstein vorkommen. Bei diesen ist es allerdings nicht lohnend, erst die schleimenden Stoffe zu extrahiren, sondern man bringt sie ganz in den Kessel. Dann müssen sie aber nicht frei schwimmen, sondern in ein Drahtnetz eingeschlossen werden.

Manche Wasser setzen nur wenig Kesselstein, aber viel Schlamm ab. In solchen Fällen nützt es, den Schlamm öfters auszublasen, während man das Klopfen des Steines in Zeitabschnitten bewirkt, die von den Mengen des eigentlichen krystallinischen Kesselsteines abhängen. Dieser Umstand ist wichtig, da man zum Kesselklopfen den Kessel ablassen und abkühlen muss, wogegen der Schlamm, wenigstens ein Theil desselben, durch bloßes zeitweises Oeffnen des Ablasshahnes zu entfernen ist. Um dieses zu bewirken, muss man zuerst wissen oder beobachten, an welcher Stelle des Kessels sich der meiste Schlamm absetzt. Von dieser Stelle aus führt man das Ablassrohr ab. Je nach

Quantität und Art des Schlammes wird das Abblasen desselben in Zeitabschnitten von 1—8 Tagen vorgenommen, und zwar zu einer Tageszeit, an welcher der Schlamm sich nicht zu fest niedergesetzt hat. Mancher Schlamm ist schwer und setzt sich schnell und fest ab; anderer Schlamm ist leichter, weshalb er sich langsamer und loser absetzt. Durch starkes Feuern und reichlichen Dampfverbrauch wird der Schlamm energisch aufgespült, bei schwächerem Betriebe oder bei Stillstand setzt er sich ab. Man wird daher richtig verfahren, wenn man nach einer ruhigeren Betriebsperiode oder nach einigem Stillstande Schlamm abbläst, und zwar um so früher, je schneller der Schlamm sich absetzt. Hat man schwerem Schlamm zu lange Zeit gelassen, so hat er sich so fest auf die Bleche abgelagert, dass er nicht mehr abzieht; dann muss er durch kürzeren Betrieb erst wieder gelockert werden. In vielen Fällen ist es richtig, das Abblasen vorzunehmen, wenn der Kessel während der Nacht gestanden hat und kurze Zeit früh wieder angefeuert worden ist. Man muss für jeden Kessel, jedes Wasser und jeden Betrieb durch Probiren feststellen, wie man des Schlammes am sichersten Herr werden kann. Das äussere Ende des Ablassrohres führe man bis nach einem Orte, an welchem man die austretenden Massen sehen kann, um beurtheilen zu können, in welchem Maasse Schlamm abfließt. In der Zeit von einem Kesselöffnen bis zum anderen verfolge man ein bestimmtes Verfahren und beurtheile den Erfolg nach dem im Kessel beim Oeffnen noch vorhandenen Schlamme.

Bei Kesseln mit Unterfeuerung (z. B. Röhrenkesseln Fig. 1), bei denen sich, wie schon bemerkt, der Schlamm zumeist auf der Feuerplatte ansammelt, ist das Ablassrohr am richtigsten in der Weise anzubringen, wie Fig. 4 andeutet. Die innere Rohrmündung muss bei senkrechter Richtung des Rohres sich möglichst nahe an der Feuerplatte befinden. Falsch und geradezu gefährlich ist die Einrichtung, wenn dieses Rohr wie in Fig. 5 gezeichnet eingerichtet ist, wie man es häufig noch antrifft.

Hat ein Kessel Neigung, Kesselsteinschalen auf der Feuerplatte zusammenzuhäufen, so genügt das Abblasen nicht, weil die Schalenstücke zu gross und schwer sind. Dann muss man den Kessel in genügend kurzen Zeitabschnitten (4 bis 8 Wochen) entleeren, und die Schalen durch das Mannloch herausräumen. Hat der Kessel einen sogenannten Schlammstutzen S (Fig. 4), so kann diese ganze Arbeit, ohne völlige Kühlung des Kessels und Befahrung zu benöthigen, in einigen Stunden erledigt werden.

Als mechanische Reinigungsmittel sind auch die Vorkehrungen zu betrachten, bei welchen die Circulation des Wassers benutzt wird, um den Schlamm an solche Stellen zu dirigiren, an welchen sie nicht schaden, oder die ganz ausserhalb des Kessels liegen. Solche Vorkeh-

rungen sind die Proper'schen Einlagen, Pilgram's sowie Freund's automatische Schlamm-sammler. Diesen Einrichtungen liegen richtige Gedanken zu Grunde und sie können unter passenden Umständen auch Erfolg haben, aber im allgemeinen sind die Erfolge unsicher und in vielen Fällen unmöglich. Sicherer sind solche mechanische Mittel, wenn sie angewendet werden auf das Speisewasser, bevor es in den Kessel gelangt, aber dieses Verfahren hat den Nachtheil, dass nicht die wirklich gelösten, sondern nur die im Wasser vermengten Mineralien getroffen werden; sie haben also nur einen Zweck bei Wässern, die wenig Kesselstein, aber viel Schlamm führen. Solche Mittel sind: Absetzenlassen des Schlammes in grossen Reservoirs und Filtriren über Kies, Hobelspäne u. dergl.

Zu den chemischen Mitteln übergehend, sei von vornherein bemerkt, dass wohl von allen im Handel vorkommenden Mitteln, welche innerhalb des Kessels wirken sollen, auch nicht eins reell ist. Es ist eine grosse Anzahl solcher Mittel erschienen und zum grössten Theile auch schon wieder verschwunden, die nichts helfen, sondern dem Kessel direct schaden; andere Mittel helfen nicht und schaden nicht, haben aber mindestens den Nachtheil, ausser den unnützen Kosten und Mühen, den Schmutz im Kessel zu vermehren. Solche Mittel tragen nun vollends den Stempel des Schwindels an der Stirn, wenn von ihnen behauptet wird, sie könnten den Kesselstein vollständig beseitigen, zu welchem Missverständniss gern verleitet wird durch die Anpreisungen mit der Bezeichnung „Mittel zur vollständigen Verhütung des Kesselsteines.“ Kein chemisches Mittel aber ist im stande die Schlammtheile aus dem Kessel herauszuschaffen, oder gar dieselben im Kessel in Wasser und Dampf zu verwandeln. Ein Mittel, welches in den Kessel gebracht wird, kann günstigsten Falles die Wirkung haben, den Kesselstein mürbe zu machen, oder ihn in Pulver und Schlamm überzuführen, damit er sich nach dem Oeffnen des Kessels leichter herauschaffen lässt. Solche theilweise wirkende Mittel giebt es in der That, und zwar ist das beste und natürlichste dieser Mittel die „Soda.“ Die in den Kessel gebrachte Soda — kohlen-saures Natron — hat nämlich die Wirkung, sich mit dem im Kessel-speisewasser gelösten Gips — schwefelsaurem Kalk — chemisch umzu-setzen in schwefelsaures Natron (Glaubersalz) und in einfach-kohlen-sauren Kalk. Der erstere der beiden neuentstandenen Körper, das Glaubersalz, bleibt im Wasser, ist aber leicht löslich und scheidet sich deshalb aus dem Kesselwasser nicht ab; der zweite Körper, der ein-fachkohlen-saure Kalk aber ist gar nicht löslich und fällt sofort als Schlamm nieder, kann deshalb keinen Kesselstein bilden. Damit ist der Gips unschädlich gemacht. Derselbe ist aber auch der einzige Kesselsteinbildner, alle andern aus dem Wasser sich ausscheidenden

Stoffe fallen dann nur in Pulverform, d. h. als Schlamm nieder. *) Alle Geheimmittel nun, welche thatsächlich eine solche oder theilweise Wirkung gehabt haben, ergaben bei genauerer Untersuchung gewöhnlich Soda als den eigentlichen wirksamen Stoff. (S. die Veröffentlichungen der Münchener Heizversuchsstation des Baierischen Dampfessel-Revisions-Vereins in der Zeitschrift des Verbandes der Dampfessel-Ueberwachungs-Vereine Jahrgang 1883). Alle andern damit vermengten Stoffe hatten für den Kessel keinen Vortheil, sondern nur Nachtheil und waren zu dem Zwecke zugesetzt, die Soda zu verstecken, um dann für den geheimnissvollen Körper einen 10 bis 100 fachen Preis fordern zu können. Will man also den Kesselstein in Schlamm überführen, so wende man sich direct an eine Sodafabrik und beziehe die Soda allein, so wird man am besten und billigsten zum Ziele kommen. Welche Menge Soda im Kessel zuzusetzen ist, lehrt bald die Erfahrung. Man löse ein Pfund nach dem anderen im Speisewasser auf und versuche nach jedem Zusatz an einem geöffneten Wasserstandshahn, ob ein Stück rothes Lakmuspapier blau gefärbt wird. Sowie diese Färbung sich im geringsten zeigt, genügt die zugesetzte Menge. Ueibt das Wasser diese färbende Wirkung nicht mehr aus, so ist von neuem Soda zuzusetzen. Dabei ist aber die Vorsicht zu gebrauchen, den Sodazusatz möglichst fortwährend dem Speisewasser einzuverleiben, sobald die Durchschnittsmenge bekannt ist, denn der zeitweise Zusatz grösserer Mengen verursacht im Kessel Aufschäumen und Ueberkochen des Wassers.

*) Man könnte von sachverständiger Seite einwenden, dass der im Wasser gelöste doppelkohlensäure Kalk sich ebenfalls als Stein absetzt. Es ist aber Thatsache, dass dieser sich in der Hitze des Kessels schon aus der Lösung heraus zersetzt in freie Kohlensäure und einfachkohlensaurer Kalk und letzterer sich als loser Schlamm absetzt. Nur bei Gegenwart von Gips, der sich krystallinisch auf den Blechen ausscheidet, wird von demselben der kohlensäure Kalk mit incrustirt. Daher auch die verschiedenen Härten des Kesselsteines. Reiner Gips ist am härtesten und je mehr in demselben Pulver von kohlensaurer Kalk enthalten ist, um so spröder und mürber wird er. Es muss allerdings zugegeben werden, dass die Kalksalze verschiedenes Verhalten zeigen können, je nach den sonst noch im Wasser enthaltenen, chemischen Einfluss habenden Salzen und je nach der Ruhe oder Lebhaftigkeit der Bewegung des Wassers. Der ausgeschiedene kohlensäure Kalk bildet so äusserst feines Pulver, dass er eine Zeit lang in und auf dem bewegten Wasser umherschwimmen kann, trotz seiner grösseren specifischen Schwere; in ruhigem Wasser bildet er dann auch einen sehr feinen milden Schlamm. Aber nach einiger Zeit geht dieses Pulver in die Form kleiner dichter Krystalle über und wenn es dabei mit starren Körpern in Berührung ist, z. B. mit Kesselblechen, so hängt er sich fest an dieselben an. Die noch nicht abgesetzten Kalkpartikelehen setzen sich dann in Krystallform viel schneller und fester nieder als zuvor; fallen sie dabei auf losen Schlamm, so bilden auch sie solchen Schlamm mit, fallen sie aber auf feste Theile, z. B. auf eine Gipsschicht, so setzen sie sich fest an.

Man braucht zu diesem Zwecke auch nicht die theuerste und reinste Soda zu nehmen. Bekanntlich enthalten die Meerespflanzen neben anderen Salzen viel Soda, soviel, dass sie sich daraus gewinnen lässt. Es genügt schon, solche Pflanzen in sachgemässer Weise in den Kessel zu bringen, um die beschriebene Wirkung der Soda zu erzielen. Die schon erwähnte günstige Wirkung des Schleimes von Seeealgen wird durch die Wirkung der darin enthaltenen Soda wesentlich unterstützt.

Die in den Kessel gebrachten Mittel haben aber den schon erwähnten unvollkommenen Effect, dass der Schlamm im Kessel bleibt, der häufig genug zu gefährlichen Unmassen anwächst, nicht selten auch ziemlich fest anbrennt und beim Trocknen zähe wird. Daher sind diejenigen Mittel unbedingt vorzuziehen, welche eine Reinigung des Wassers bewirken, ehe es in den Kessel gelangt. Diese Mittel müssen aber immer zugleich chemische und mechanische sein, denn die gelösten Mittel müssen unlöslich gemacht und dann aus dem Wasser herausgeschafft werden.

Das Unlöslichmachen (Ausscheiden) der Stoffe kann auf verschiedene Weise geschehen und richtet sich nach der Art des aufgelösten Stoffes. Handelt es sich nur um doppeltkohlensaurer Kalk, so genügt es, das Wasser vor dem Speisen zu erwärmen, wie es ohnehin häufig geschieht; dabei wird ein Theil Kohlensäure ausgetrieben und der Kalk scheidet sich infolge dessen aus, nur muss ihm nun noch Zeit gelassen werden, dass er sich in einem grossen Gefässe abscheiden kann. Gleichzeitig werden sich dann auch die etwa sonst dem Wasser beigemengten fremden Stoffe absetzen. Dieses einfache und leichte Verfahren bringt in der That häufig viel Nutzen und es ist zu bedauern, dass es nicht mehr in Anwendung kommt, wo doch oft Wärme genug unbenutzt verloren geht. Alte Dampfkessel, die sonst für einen Schlanderpreis verkauft werden, könnten sehr wohl zu Klärgefässen benutzt werden.

Wenn eine in Betracht kommende Menge Gips im Wasser enthalten ist, so genügt natürlich dieses Verfahren nicht, sondern es muss der Gips erst in der bekannten Weise zersetzt werden. Ein dahin zielendes, vollständig correctes Verfahren hat E. de Haën in List vor Hannover eingeführt, wobei der Gips mit Chlorbarium, (obwohl Soda zweckmässiger sein dürfte) der doppeltkohlensaure Kalk aber mit Aetzkalk ausgeschieden wird, worauf die unlöslich gewordenen Stoffe sich in einem Gefässe abscheiden müssen. Dieses Verfahren erweist sich jedoch bei der Ausübung nicht als practisch genug, indem es schwierig oder unmöglich ist, immer die richtigen Mengen der Zusätze abzumessen, weil die Bestandtheile eines Wassers oft sehr wechseln, und der Erfolg der Reinigung allzu sehr in den Händen des Kesselwärters liegt.

Ein ebenso richtiges, dabei aber recht practisches Verfahren, welches durchaus selbstthätig wirkt und nicht von der Aufmerksamkeit oder Gewissenhaftigkeit eines Wärters abhängt, ist das Verfahren von Bohlig & Heyne, welches durch die Firma Heyne & Weickert in Leipzig verbreitet wird. Es wird dabei ausserhalb des Kessels der Gips und der doppelkohlensaure Kalk beides gleichzeitig in einfachkohlensauren Kalk umgesetzt durch nur einen Stoff, nämlich Magnesiahydrat, welches seinerseits in schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) umgewandelt wird. Der entstehende kohlensaure Kalk scheidet sich, wie bekannt, aus dem Wasser ab und das Bittersalz bleibt darin gelöst, scheidet sich auch wegen seiner leichten Löslichkeit im Kessel überhaupt nicht aus. Nur wenn der kohlensaure Kalk in viel grösseren Mengen im Wasser enthalten ist als der Gips, oder wenn freie Kohlensäure darin enthalten ist, so gelangt ein entsprechender Theil kohlensaure Magnesia in Form von unschädlichem Schlamm in den Kessel. Aber auch dieser lässt sich noch dadurch vermeiden, dass zu dem Reinigungsprocess das Wasser vorgewärmt wird, und kann man sich den Vorgang dann der Einfachheit wegen so vorstellen, als wenn durch die Wärme die zu reichliche Kohlensäure, wie vorhin schon erörtert, ausgetrieben wird.

Der practische Werth dieses Verfahrens besteht darin, dass das Magnesiahydrat nur schwer löslich ist, das Wasser also über eine beliebige Menge des Mittels hinweggeführt werden kann, eine Zumessung und Abwägung desselben also nicht erforderlich ist. Ferner ist das Reinigungsmittel in eine Form gebracht, in welcher es gleichzeitig als Filter wirkt, wodurch die unbequeme und mit Aufmerksamkeit zu handhabende Klärung in besonderen Gefässen überflüssig wird.

Die Einrichtung zu dieser Reinigung ist nun in Fig. 1—3, Taf. 3 dargestellt und wird in folgender Weise gehandhabt: Der Apparat besteht aus einigen, höchstens vier Cylindern I, II, III und IV. Jeder Cylinder hat am Boden einen Zweigegehahn, der Reihe nach mit H_1 , H_2 , H_3 und H_4 bezeichnet. Durch diese Hähne kann man das Wasser in die Cylinder, resp. in einen der Cylinder eintreten lassen. Die Rohranschlüsse R_1 , R_2 , R_3 und R_4 verbinden die einzelnen Cylinder zu einer Batterie und vermitteln den Uebergang des Wassers von Cylinder zu Cylinder. Einer der Durchgangshähne D_1 , D_2 , D_3 , D_4 vermittelt den Abfluss des gereinigten Wassers nach dem Abflussrohre A. In jedem Cylinder sind mehrere Trommeln mit Siebboden etagenartig übereinander gestellt (Fig. 3). Die einzelnen Trommeln stehen wasserdicht aufeinander; der oberste Einsatz wird mittels Kreuz K gegen den Cylinder und alle Etagen mittels Schraube F aufeinander gedrückt. Die schädlichen Räume S_1 und S_2 sind dann voneinander getrennt, und das Wasser muss durch die Trommeln und ihren Inhalt fliessen.

Dieser Inhalt besteht nun in kleinen (geraspelten) Holzspänen, welche alle mit einer Kruste des Mittels — Magnesiahydrat — eingehüllt sind. Nachdem alle Cylinder gefüllt und geschlossen sind, wird H_1 so gestellt, dass das Wasser, welches durch Z zufliesst, in den Cylinder I eintritt. H_2, H_3, H_4 sind gegen den Zufluss geschlossen; dagegen gestatten sie den Uebergang des Wassers aus I durch R_1 nach II, von da durch R_2 nach III, von da durch R_3 nach IV, von da durch den offenen Hahn D_4 zum Wasserabfluss A. Es ist klar, dass im ersten Cylinder die wirksamste Zersetzung vor sich geht und hier die Magnesia zuerst erschöpft wird, während im letzten Cylinder das Wasser fast rein ankommt und dort so gut wie keine Reaction stattfindet. Eine Probe des Wassers aus dem ersten Cylinder lehrt, ob darin die Magnesia verbraucht ist, worauf dieser Cylinder geleert und mit frischem Material gefüllt wird. Dann aber wird das Wasser durch entsprechende Hahnstellung so geleitet, dass es zuerst in den Cylinder II, dann durch III, IV und zuletzt durch I strömt. Wenn II verbraucht ist, wird er frisch gefüllt und die Reihenfolge III, IV, I, II hergestellt u. s. f. Indem also das reinste Material immer zuletzt durchflossen wird, erfährt das Wasser die gründlichste Reinigung. Der unlöslich gewordene kohlensaure Kalk bleibt bei dieser Strömung zwischen den Spänen hängen und wird wie im Filter zurückgehalten. Die Dimensionen der Cylinder werden für jeden bestimmten Fall so gewählt, dass eine neue Füllung eines Cylinders etwa jede Woche erforderlich ist.

Die Erfahrungen, welche bis jetzt über dieses Verfahren vorliegen, sind die besten, die man erwarten kann, und wird es sich ohne Zweifel bald sehr verbreiten. Der Apparat kann nicht versagen, verlangt keine Bedienung, es verbleiben in dem Wasser nur noch Spuren von Unreinigkeiten und es entstehen keine den Kesselblechen schädlichen Verbindungen.

Ausser Kesselstein giebt es auch noch andere Dinge, welche die Kühlung des Bleches durch Wasser verhindern können. Bekanntlich geben basische Substanzen, wie Natron und Kali, so auch Kalk beim Kochen mit Fett irgend eine Seife. Wenn also Fett in den Kessel gelangt, z. B. mit dem Condensationswasser einer Dampfmaschine, so kann dieses mit dem vorhandenen Kalk eine Kalkseife bilden, die man häufig genug in Gestalt von Bällen und grösseren Kugeln auf dem Wasser schwimmend findet, die aber auch gelegentlich an den Blechen festkleben und anbacken können, und dann ähnlich wirken wie Kesselsteinhaufen. Es soll eine ähnliche Seife entstehen können, welche die Eigenschaft hat, sich vorzugsweise auf den Blechen auszubreiten und diese mit einer eigenthümlichen wasserabstossenden Schicht zu überziehen, die auch die Wärme schlecht leitet und eine Ueberhitzung

der Bleche bis zur Rothglut verursachen kann. Ausführlicheres über die Schädlichkeit des Fettes im Kessel in Abschnitt 3.

Ferner kann sich Dampf innerhalb des eigentlichen Wasserraumes ansammeln an Stellen, welche so gestaltet sind, dass der Dampf daraus nicht abziehen kann; er bildet dann als schlechter Wärmeleiter eine Isolirung des betreffenden Bleches, welches, vom Feuer getroffen, sich überhitzen muss und unter Umständen auch glühend werden kann. Selbst aber, wenn solche isolirten Blechstellen auch nur vom kühlestn Feuergase getroffen werden, verderben sie sehr schnell und reissen durch. Diese Fehler sind nur zu beseitigen durch Veränderung, resp. Berichtigung der Construction, worüber in Abschnitt 5 Näheres folgen wird.

Verbrennen der Bleche infolge mangelhafter Kühlung durch Wasser tritt häufig auch an den Nähten der Kessel auf. Denkt man sich in A und B (Fig. 6, Taf. 1) die zwei ersten Bleche eines Kessels mit Unterfeuerung, also direct über dem Feuer liegend und bei a und b Nähte bildend, so wird die Länge cd des Bleches A von dem Bleche B verdeckt und das Wasser kann mit cd nicht in Berührung kommen, weshalb diese Stelle nur mangelhaft gekühlt und daher heisser als die übrigen einfachen Bleche wird. Die Wärmeleitungsfähigkeit des Eisens von der Richtung des Pfeiles her sorgt allerdings für einige Abkühlung, doch kann die Erhitzung der Nahtstelle immerhin so gross werden, dass das Eisen an derselben abzundert und einreisst. Es kommt häufig vor, dass solche Nähte in der Weise abbrennen, wie in Fig. 7 und 8 angedeutet ist. Die Nähte brennen um so mehr ab, je grösser die Länge cd (Fig. 6) ist, weil dieses Blech seine Wärme nur durch Leitung nach rechts hin abgeben kann und diese Abgabe mit der Entfernung abnimmt. An das Blech B kann die erhitzte Stelle cd nur verhältnissmässig wenig Wärme ableiten, weil sich beide Bleche nicht innig genug berühren. Es wird sich zwischen beiden stets eine Luftschicht, sowie eine Schicht von Oxyd und Schmutz befinden, welche alle schlechte Wärmeleiter sind. Auch die äusseren Nietköpfe der Nähte werden schlecht gekühlt und verbrennen stark. — Es machen sich an solchen Stellen thatsächlich recht oft Reparaturen nöthig, indem die Nähte stark undicht werden; Risse entstehen an den Kanten des Bleches, aus welchen das Wasser herausspritzt und das Feuer verlöscht. Manchmal halten aber die abbrennenden Nähte sehr lange dicht und drängen nur durch die verringerte Festigkeit zur Reparatur.

Die Vorderkante e der Feuerplatte A (Fig. 6) leidet weniger durch Abbrennen als durch Kantenrisse, deren Ursache später zu erörtern ist.

Man findet fast allgemein die Annahme verbreitet, dass eine Naht stärker verbrennt, wenn sie den Stoss gegen die Flamme richtet (Fig. 9 Taf. 1 bei a) als im entgegengesetzten Falle (bei b Fig. 9); man empfindet für

diese Annahme auch eine gewisse Berechtigung. Nichtsdestoweniger macht man häufig die Beobachtung, dass bei Flickern auf der Feuerplatte, bei welchen Hinter- und Vordernaht dem Feuer gleich stark ausgesetzt sind, die Hinterkante, also der der Richtung des Feuers abgewendete Stoss, stärker verbrennt als der entgegengesetzte.

In dem engsten Raume der Feuerung, zwischen Feuerbrücke und Kessel, ist die Hitze am grössten. Befindet sich daher gerade über der Feuerbrücke oder nahe dabei eine Naht, so wird diese besonders stark verbrennen.

Auch die Art und Beschaffenheit der Kohle kommt beim Verbrennen der Bleche wesentlich mit in Betracht. Am meisten greift die Steinkohle die Bleche an, weil sie das heisseste Feuer giebt und weil sie mitunter schwefel- und chlorhaltig ist. Der Schwefel und die sich bildende schweflige Säure, besonders aber Chlor, verflüchtigen sich bei der hohen Temperatur leicht und verbinden sich mit dem Eisen, dadurch die Bleche zerstörend. Braunkohle wirkt nur sehr selten schädlich und dann auch nur bei stark forcirtem Betriebe; noch unschädlicher ist Torf und Holz. Das Verhalten des Coaks dagegen verräth in dieser Beziehung seine Verwandtschaft mit der Steinkohle.

Um diesen Schäden durch Verbrennen vorzubeugen, lässt sich viel thun. Wichtig ist es, schon bei der Herstellung des Kessels darauf bedacht zu sein. Es ist vortheilhaft, die Ueberplattungen der Bleche so schmal als thunlich zu machen und die Niete so dicht an den Rand zu setzen, dass sich nur der Kopf auf dem Bleche noch verstemmen lässt (Fig. 9). Solche schmale Nähte werden viel besser gekühlt als breite, wie aus der obigen Darstellung hervorgeht. Damit auch das äussere Blech der Naht von innen her soviel als möglich kühle, sollten beide Bleche an ihren Berührungsflächen vor der Verbindung recht rein gescheuert werden, damit keine isolirende Oxydschicht dazwischen bleibe. Aus demselben Grunde sind solche Nähte von innen und aussen zu verstemmen, damit sich von keiner Seite aus Schmutz in die Fuge ziehen kann. Am besten ist es freilich, über den Rost überhaupt keine Naht zu bringen und dafür zu sorgen, dass die Feuerplatte mit ihrer hinteren Naht 0,3 bis 0,75 Meter hinter die Feuerbrücke reicht. Zu diesem Zwecke fertigen die Hüttenwerke besondere Bleche zu Feuerplatten mit grosser Sorgfalt aus bestem Material an, in Längen von 2 bis 2,5 sogar 3 Meter.

Die Vorderkante der Feuerplatte lässt sich in sehr einfacher Weise durch Mauerwerk schützen, wie Fig. 10, Taf. 1 veranschaulicht, für Unterfeuerungen. Um bei Innenfeuerungen die Nähte vor Feuer zu schützen, stellt man dieselben so her, wie Fig. 11 andeutet. Diese Construction hat gleichzeitig den Vorzug einer sehr wirksamen Versteifung für das Flammrohr und sonstige weiter unten noch erwähnte Vortheile.

Mitunter werden Nähte ohne Noth und jeden Grund ins Feuer gebracht, z. B. Ankervernietungen. Solche brennen noch sicherer durch, weil die Verbindungen leicht und schnell von Schlamm und Kesselstein eingepackt werden. Besonders beim Ankauf alter Kessel achte man auf solche Umstände. Denn der Kessel kann für Innenfeuerung construirt sein, wobei die Anordnung eines Dreiecksankers nach Fig. 12 ganz richtig ist. Der neue Besitzer benutzt ihn aber mit Unterfeuerung und gewahrt erst den Anker, nachdem die untere Platte durchgebrannt ist. Wo Verankerungen und Versteifungen der Feuerplatte erforderlich oder wünschenswerth sind, führe man dieselben mit Vorsicht aus. Versteifungsringe bei Flammrohren dürfen nicht, wie in Fig. 13, direct auf das Blech genietet sein, sondern die Ringe müssen so gross sein, dass sie, wie in Fig. 14, rundherum ca. 30 mm Zwischenraum lassen. Die Verbindung geschieht dann mittels einzelner Stehbolzen. Beim Reinigen des Kessels darf nicht vergessen werden, Schlamm und Kesselstein aus diesem Zwischenraume zwischen Blech und Versteifungsring jedesmal hervorzuholen, da dieser Raum sonst allmählich ausgefüllt wird und das betreffende Blech verbrennt. Damit diese Reinigung möglichst wenig mühsam sei, ist es vortheilhaft, den Versteifungsring innen am Bleche schmal zu machen, ihn also nicht aus Winkeleisen, wie vielfach geschieht, sondern aus Flacheisen (Fig. 15) herzustellen. Fig. 16 ist ein Querschnitt dieses Ringes durch zwei Stehbolzen.

Schliesslich sei noch ein sehr häufig vorkommender Fehler besprochen, welcher mitunter die Bleche an bestimmten Stellen verbrennen lässt. Das ist ein Fehler, welcher bei Herstellung des Bleches entsteht durch schlechtes Schweissen desselben. Enthält die Eisenumhüllung, aus welcher das Blech gewalzt wird, im Inneren einen blasenähnlichen Hohlraum, in dessen Umgebung die Schweisshitze nicht vollständig erzielt wurde, oder welcher mit Schlacke ausgefüllt ist, so wird die hohle Stelle auch unter den Walzen nicht zusammenschweissen, sondern breit gedrückt werden und als unganze Stelle bestehen bleiben. Befindet sich diese Stelle im fertigen Blech ungefähr in der Mitte der Dicke (Fig. 17), so nennt man sie „Doppelblechstelle“. Findet sie sich nahe unter einer Aussenfläche des Bleches vor, so nennt man den dünneren Theil beider Blechhälften „Schale“; ist eine solche Stelle nur klein, so bezeichnet man sie auch mit „Splitter“. Kommt eine solche Schale auf die Feuerseite eines Kesselbleches zu liegen, so kann sie wegen des Hohlraumes (als schlechter Wärmeleiter) vom Wasser nicht gekühlt werden, sie erhitzt sich stark bis zur Glühhitze, dehnt sich bedeutend aus und wirft eine sogenannte „Blase“; diese springt dann auf und brennt ab (Fig. 19). Die dadurch entstandene Schwächung des Bleches ist selbst bei Ausdehnung über eine

grössere Fläche gewöhnlich nicht ins Gewicht fallend. Je grösser die Dicke einer solchen Schale ist, um so kleiner darf ihre Ausdehnung sein, damit die übrigbleibende Blechhälfte noch genügende Festigkeit biete. Die Beurtheilung dieser Festigkeit muss von einem Sachverständigen geschehen.

Liegt die dünne Schale auf der inneren, der Wasserseite des Bleches, so verbrennt aussen der starke, der Haupttheil, und ist dann diese unganze Stelle von einiger Ausdehnung, so vermag innen die dünne Schale dem Drucke nicht zu widerstehen, weshalb diese zerreisst und ein ernster Unfall entstehen kann. Ist die innere Schale ganz dünn, so zieht sie nach innen eine Blase, macht sich so dem Auge bemerkbar und kann entfernt werden, ehe dem Hauptbleche dieser Stelle eine Gefahr erwächst. Es genügt nicht, eine solche innere Blase nur zu öffnen, damit das Wasser hineintreten kann, denn die Höhle unter der Schale setzt sich bald voll Schlamm und Kesselstein und dann ist die Stelle nur noch gefährlicher geworden; eine solche Blase muss deshalb vollständig abgemeiselt und die Stelle geglättet werden.

Wenig beachtet wird immer noch der Umstand, dass solche Blechstellen des Kessels in bevorzugter Weise beansprucht werden, gegen die das Feuer stets senkrecht stösst. Solche Stellen kommen vor bei den Verbindungsstutzen A zwischen Oberkessel und Unterkessel (Fig. 18) und am hinteren Ende oben beim Unterkessel, wo das Feuer aus dem Oberzug in den Unterzug hinunterstürzt (B in Fig. 18). Solche Stellen werden allmählich spröde und reissen ein, welche Erscheinung bei B dadurch noch begünstigt wird, dass sich vor der daselbst befindlichen Naht eine schlecht Wärme leitende Dampfblase ansammelt. Stellen dieser Art muss man stets durch eine Schicht Mauersteine verdecken.

2. Verrosten der Bleche.

Es wird, wie in der ganzen Abhandlung, in diesem Capitel als Kesselmaterial nur Schmiedeeisenblech vorausgesetzt, welches für Dampfkessel fast ausschliesslich angewendet wird.

Wenn Sauerstoff und Wasser, oder was dasselbe bedeutet, atmosphärische Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig und beständig mit Eisen in Berührung sind, so verbinden sich diese 3 Körper chemisch miteinander zu Eisenoxydhydrat, d. i. Rost. Bei Gegenwart von Kohlensäure, die immer in der atmosphärischen Luft enthalten ist, geht der Process des Rostens schneller und energischer vor sich. Die auf einem Eisenstück gebildete Rostschicht ist hygroskopisch, d. h. sie saugt Luft und Feuchtigkeit auf, ähnlich wie ein Schwamm, und bringt diese Stoffe mit dem darunterliegenden metallischen Eisen in Berührung; auf diese Weise kann ein Eisenstück fortgesetzt bis zu seiner vollständigen Zer-