

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-

setzung verrosten. Nebenbei bemerkt, entstehen nichthygroskopische und infolge dessen schützende Oxydschichten bei höherer Temperatur in einer Umgebung von Wasserdampf.

Trockene Luft allein und luftfreies Wasser allein greifen das Eisen bei niedriger und gewöhnlicher Temperatur nicht an.

Bei richtig angelegten und gut behandelten Dampfkesseln kommen auf der Aussenseite der Bleche mit diesen nur sauerstofffreie Verbrennungsgase während des Betriebes, trockene Luft während der Reservezeit in Berührung. Mit der Innenseite der Kesselbleche kommt nur Wasser in Berührung, demnach wäre für Dampfkessel die Möglichkeit des Rostens ausgeschlossen. Das ist in der That der Fall, solange nicht anormale Umstände vorliegen. Leider sind diese letzteren sehr häufig. Es kommt mit dem Wasser atmosphärische Luft in den Kessel und Feuchtigkeit kommt mit Luft und Verbrennungsgasen an die Aussenseiten der Bleche. Demnach haben wir das Rosten im Kessel-Inneren und das Rosten an den Aussenflächen wohl zu unterscheiden und getrennt zu betrachten.

#### a) Das Rosten im Kessel-Inneren.

Füllt man ein Trinkglas mit frischem Brunnenwasser und stellt dasselbe einige Zeit ins warme Zimmer, so hängen sich nach kurzer Zeit viele Luftblasen innen an den Gefässwänden an, ein sicheres Zeichen dafür, dass das Wasser die Luft aufgelöst enthält, welche sich bei zunehmender Temperatur ausscheidet. Noch auffallender macht sich die ausscheidende Luft bemerklich, wenn man das Gefäss mit dem Wasser unter den Recipienten einer Luftpumpe bringt und den atmosphärischen Druck auf das Wasser verringert. — Kurz, es ist eine altbekannte Thatsache, dass jedes Wasser Luft absorbiert, sobald es mit dieser unter gewöhnlichen Verhältnissen in Berührung kommt, dass es die Luft aber wieder ausscheidet bei zunehmender Temperatur und bei abnehmendem Drucke. Bringt man das Wasser zum Kochen (wie in den Dampfkesseln), so scheidet es alle Luft aus und man erhält luftfreies Wasser.

Ebenso wie in dem angeführten Trinkglase hängen sich im Dampfkessel, geeigneten Falles, die Luftblasen an die Wandungen, Wasser ist im grossen Ueberschuss vorhanden und das Rosten kann beginnen, und zwar genau unter der Luftblase. Die Menge des Sauerstoffs einer solchen Luftblase vermag zwar nur eine unmerklich kleine Quantität Eisen zu oxydiren, aber der Sauerstoff dieser Luftblase wird aus der Umgebung wieder ersetzt werden nach den Gesetzen der Diffusion.

Beobachtet man in einem offenen, eisernen Gefässe eine solche Luftblase, während man das Gefäss mässig erwärmt, so nimmt man in der Blase eine sehr lebhaft kreisende Bewegung wahr, sichtbar gemacht

durch die darin befindlichen rothen Oxydtheilchen. Diese Bewegung ist jedenfalls geeignet, den Ausgleich durch Diffusion wesentlich zu unterstützen und den Rostprocess zu beschleunigen. Die Rosttheilchen spülen sich dabei los und setzen sich an der Oberfläche der Luftblase mit Kesselstein zusammen ab, eine poröse Wand bildend, welche den Vorgang der Diffusion nicht aufhebt, aber genügend fest an einer bestimmten Stelle der Kesselwand haftet, um hier einen Herd der Zerstörung durch Rosten zu begründen.

Man kann in der That diese blasenförmigen porösen Thonzellen sehen, wenn man das Wasser vom Kessel ablässt und in diesen hineinsteigt; man findet dann unter jeder solchen Zelle eine Grube genau in der Grösse, welche die Zelle hat, und scharf begrenzt. Die Grösse variiert sehr, von dem Umfange einer Erbse bis zu dem einer Wallnuss. Oft sind die Gruben in sehr grosser Zahl vorhanden, sodass die Bleche wie von Pocken zerfressen aussehen (pockennarbige Corrosionen), in anderen Fällen treten sie nur ganz einzeln auf. Mitunter sind auch gewisse Stellen besonders bevorzugt oder allein befallen, z. B. nur die untere Hälfte oder nur die obere Hälfte des cylindrischen Kessels; manchmal sind auch nur die Seiten *aa* (Fig. 20, Tafel 1) angefressen. Die Nietköpfe sind gewöhnlich hart betroffen.

Der Grund, warum sich die Luftblasen nur an diesen bestimmten Stellen ansetzen, ist einfach darin zu suchen, dass es diejenigen Luftblasen geblieben sind, welche sich zu allererst an das gereinigte Blech angesetzt haben. Die sich später ansetzenden Blasen finden dann keine reine Blechfläche mehr vor, sondern eine bereits mit Kesselstein beschlagene, weshalb sie dem Bleche nicht mehr schädlich werden können. Ferner werden die Luftblasen an denjenigen Blechstellen ruhiger und sicherer hängen bleiben, an welchen sie von der Wassercirculation am wenigsten gestört werden. Deshalb rosten die Bleche nicht immer in solchen grubenartigen, pockennarbigen Vertiefungen ein. Wenn die Verhältnisse eines Wassers und des Betriebes anderer Natur sind, dass sich Kesselstein nicht oder nicht fest ansetzt, so wird die Luft nicht nur an bestimmten Stellen zur Wirkung kommen, sie wird sich mehr vertheilen und die Bleche gleichmässiger angreifen. Die Folge ist dann ein Zerfressen auf der ganzen Blechoberfläche, nicht auf scharf begrenzte Gruben beschränkt, meist aber auch nicht ganz gleichmässig die ganze Fläche angreifend, sondern unbestimmte Vertiefungen bildend, die theils ineinander übergehen und den Wandungen mehr das Aussehen der Oberfläche eines verwitterten Felsblockes geben. Es sei aber zugleich bemerkt, dass die Luft nicht allein oder manchmal gar nicht an der Zerstörung Schuld hat, sondern andere Bestandtheile des Wassers mit in Frage kommen, von welchen im folgenden Abschnitte die Rede sein wird.

Die hier geschilderte Art der Zerstörungen ist gewissen Kesselsystemen eigen, besonders den sogenannten Bouilleur-Kesseln, welche, wie in Fig. 21 skizzirt, aus mehreren (z. B. drei) cylindrischen Einzelkesseln zusammengesetzt sind, die vom Feuer in der Reihenfolge I, II, III bestrichen werden, während das kalte Speisewasser in umgekehrter Reihenfolge (III, II, I) die Kessel durchströmt (daher der Name Gegenstromkessel), damit an der hinteren Kesselstelle der Temperaturunterschied von Feuergasen und Kesselwasser noch möglichst gross sei. Je später ein solcher Einzelkessel (Bouilleur, Siederohr, Nebenkessel, Unterkessel) vom Feuer bespült wird, um so kühler wird das darin enthaltene Wasser sein und es kommt oft vor, dass das Wasser im letzten Nebenkessel nicht bis zum Sieden erwärmt wird. Dann hat dieses Wasser auch eine sehr geringe Bewegung und die ausgeschiedenen, an den Blechen sich anhängenden Luftblasen haben Ruhe und Zeit, an den Wandungen zu nagen. In den Theilen des Kessels, in welchen eine durch Kochen und Wallen lebhaftere Bewegung vorhanden ist, werden die Luftblasen von den Blechen losgespült und finden nicht Zeit, denselben zu schaden.

Die Richtigkeit dieses Vorganges, welche durch alle Erfahrungen aus dem Kesselbetriebe bestätigt wird, erkennen auch alle Fachmänner an.

Nachdem der Zusammenhang der obwaltenden Umstände erkannt worden ist, kann man auch der Verhütung dieser Zerstörungen näher treten.

Nicht alles in der Natur vorkommende Wasser ist sauerstoffhaltig. Kommt das Wasser, welches in gewöhnlicher Weise atmosphärische Luft, also auch Sauerstoff mit sich führt, im Inneren der Erde mit Schichten in Berührung, in denen sich verwesende organische Stoffe vorfinden, so entziehen diese ihm den Sauerstoff. Gelingt es, solches Wasser zu erbohren und zu verwenden, ehe es Zeit findet, an der Luft frischen Sauerstoff aufzunehmen, so ist man der Calamität enthoben.

Steht kein solches Wasser zur Verfügung, so liegt die Frage nahe, ob man das Wasser von dem Sauerstoffe nicht befreien kann. Man könnte es über eine Schicht Sauerstoff absorbirender Stoffe fließen lassen. Ferner könnte man den Sauerstoff durch Erwärmen austreiben, was besonders da rationell erscheint, wo das Speisewasser ohnehin vorgewärmt wird und diese Erwärmung nur unter Umrühren in einem einfachen offenen Gefässe zu geschehen hätte.

Es mögen diese Mittel der Beachtung empfohlen sein, denn bis jetzt ist kein Fall bekannt, in welchem sie schon versucht worden wären.

In der Noth hat man wohl mitunter zu dem Mittel gegriffen, das Speisewasser nicht in den kältesten, sondern in einen anderen Nebenkessel (z. B. II statt III in Fig. 21, Taf. 1) zu speisen, in welchem die gehörige wallende Bewegung herrscht. Doch ist dieses Mittel gleichbedeu-

tend mit der Beseitigung der dahinter liegenden Kesseltheile (III), und es drängt sich so die Erkenntniss in den Vordergrund, dass man ein anderes Kesselsystem zu wählen hat. Bei Neuanlage prüfe man also das Wasser resp. die allgemeinen Verhältnisse daraufhin, ob sie Neigung haben, innere Corrosionen zu bilden; man wende in diesem Falle keinen Gegenstromkessel an.

Bei bereits vorhandenen, zu Corrosionen neigenden Gegenstromkesseln ist das beste Mittel ein Anstrich der angegriffenen Blechflächen, welcher verhütet, dass weder Wasser noch Luft direct mit den Blechen selbst in Berührung kommt. Rücksichtlich seiner thatsächlichen beabsichtigten Wirkung und seines mässigen Preises eignet sich Theer am besten zu solchem Anstrich. Dass solcher Anstrich die Wärme zurückhält, mag wohl nur in ganz geringem Grade der Fall sein, wenigstens ist ein Verlust in dieser Beziehung noch nicht bemerkt worden. Es kommt freilich viel auf die richtige Ausführung des Anstriches an, wobei man folgende Rathschläge beachte:

Das zu streichende Blech muss nicht nur von Kesselstein rein geklopft, sondern sorgfältig ausgescheuert werden, damit die Oberfläche durchweg wirklich metallisch rein ist. Kann die Arbeit nicht so eingerichtet werden, dass die Bleche vom Betriebe her beim Anstreichen noch warm sind, so muss man dieselben gut trocknen und etwas anwärmen, indem man in den betreffenden Zügen ein leichtes Strohfeuer anzündet. Während dessen hat man Theer in einem Gefässe zum Sieden erhitzt, sodass er recht dünnflüssig ist, mit welchem der Arbeiter in den Kessel kriecht, um den Theer von hinten her mit einem Pinsel ganz dünn aufzustreichen. Jedes gestrichene Feld wird noch mit einem trockenen Lappen nachgewischt, um allen überflüssigen Theer zu beseitigen, sodass die Oberfläche des Bleches eigentlich nur mit Theer eingerieben erscheint. In dieser Weise trocknet der Anstrich auch leicht, und zum Gelingen des Zweckes ist das Trockensein des Anstriches vor dem Anfüllen des Kessels eine wesentliche Bedingung. Ist das Mauerwerk noch etwas warm und lässt man die Mannlöcher zum Zwecke eines lebhaften Luftstromes innerhalb des Kessels alle offen, so wird die Schicht in 1—2 Tagen genügend trocken sein.

Es muss jedoch noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Anwendung des Theers sich nicht bei allen Fabrikationszweigen eignet. Denn der einem so gestrichenen Kessel entnommene Dampf nimmt stets etwas von dem Theer auf, nimmt mindestens dessen strengen Geruch an, und wird diesen, z. B. in Zuckerfabriken, Brauereien, Brennereien, Destillationen u. s. w., auf die mit ihm in Berührung kommenden Fabrikationsproducte oder deren Gefässe übertragen; in Färbereien kann er die Farbe leicht beeinträchtigen. Für solche Fälle hat man Spirituslacke versucht, doch werden dieselben immer theuer und haften nicht

fest genug an den Blechen. Am besten bewährt sich hierbei noch das Vulcan- oder Mineralöl (aus Petroleum oder auch dessen Rückständen bereitet). Dasselbe verflüchtigt sich bei der Temperatur des Dampfes noch nicht, ist billig und bequem in seiner Anwendung; nur sind die Erfahrungen damit noch nicht umfassend genug und steht es noch nicht ganz ausser Zweifel, ob sich nicht irgendwelcher Uebelstand durch seine Verwendung herausstellt.

Rosten die Bleche nur an ganz vereinzelt Stellen in tiefen Gruben aus, so besteht ein einfaches, sicheres Mittel, in guter Reinigung und Ausfüllen der Gruben mit Mennigkitt.

In einzelnen Fällen kommt es auch vor, dass andere Kesselsysteme im Inneren in oben besprochener Weise rosten, z. B. einfache Cylinderkessel, Flammrohrkessel und dergl. Dann werden aber stets gewisse Eigenthümlichkeiten im Kesselbetriebe vorliegen, welche ein längeres ruhiges Verweilen der Luft im Kessel bedingen. Wenn etwa der Kessel einen oder mehrere Tage geheizt wird und dann wieder mehrere Tage hintereinander mit seinem ganzen Inhalte stehen bleibt, wird die mit dem letzten Speisewasser eingepumpte Luft während der Pause Zeit und Ruhe haben sich an die Kesselwände zu setzen, und wird bei den sich beständig wiederholenden Pausen eine bemerkenswerthe Zerstörung durch Rosten verursachen.

Da es nicht ökonomisch wäre, das ganze Wasser bei jeder solchen Pause abzulassen, kann man sich auch hierbei am besten mit einem Anstriche helfen, wie er vorstehend beschrieben ist.

Endlich rosten solche Kessel innen oft, die zeitweise in Reserve liegen, vielleicht zwei oder drei Monate; häufig liegen Kessel während einer ganzen Saison kalt (z. B. in Ziegeleien im Winter, in Zuckerfabriken im Sommer). Da geschieht es, dass Nässe in die Kessel kommt, entweder durch Niederschläge bei wechselnden Temperaturen, infolge feuchter Luft des Kessellocals u. dgl. m. Es ist natürlich, dass dadurch Rosten eintreten muss, es wird nur häufig nicht gesehen, weil niemand in den Kessel steigt und darauf achtet. Diesen Einflüssen zu begegnen, ist sehr einfach. Man lasse nur den Kessel nach seiner Ausserbetriebsetzung hintereinander fertig reinigen und trocknen, verschliesse alle Oeffnungen dicht, sodass das Kesselinnere mit der äusseren Luft gar nicht communicirt. Aber auch im Betriebe befindliche Nachbarkessel schliesse man dicht ab und verlasse sich dabei nicht auf das fast nie ganz dicht schliessende Absperrventil, sondern man schalte in die Verbindungsrohrleitung eine Blindflansche ein. Man könnte, wenn man des allseitig dichten Abschlusses doch nicht ganz sicher wäre, in den Kessel noch eine Schale mit Chlorcalcium bringen, welches alle Feuchtigkeit an sich zieht, jedoch ist die Sache so ängstlich nicht.

Es geschieht aber häufig, dass der Kessel wohl gereinigt und ver-

geschlossen, sodann aber mit Wasser angefüllt wird, um ihn jederzeit und ohne Zeitverlust, wenn dies nothwendig wird, anfeuern zu können. Das Rosten muss dann so lange stattfinden, bis der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft erschöpft ist. Die so stattfindende Zerstörung geht nur langsam vor sich, aber es giebt ausser dieser geringen Zerstörung auch noch andere Gründe, welche gegen das Stehenlassen eines gefüllten Kessels sprechen. Man hat gewöhnlich den Fall im Auge, dass an dem Betriebskessel etwas vorkommt, was seine sofortige Abstellung und die Benutzung des Reservekessels benöthigt. Hat man dann den Reservekessel voll kaltes Wasser stehen, so ist allerdings nur erforderlich diesen anzufeuern, aber noch viel weniger Zeit wird nöthig sein, wenn der Kessel leer ist, dafür aber beide Kessel durch ein recht weites Rohr verbunden sind, in welchem ein Absperrhahn sitzt, diesen nur zu öffnen, um gleich heisses Wasser in den Reservekessel zu bekommen.

Bleibt der Kessel aus Unwissenheit oder Gleichgiltigkeit des Wärters offen mit Wasser gefüllt liegen, so tritt ein schnell fortschreitendes Verrosten der Bleche besonders in der Wasserlinie ein, wo sich stets Wasser und frische Luft berühren; aber auch die Corrosionen unter Wasser bleiben nicht aus.

Einen Winkel, in dem beständig Wasser stehen bleibt, bildet gewöhnlich das Mantelblech eines Kessels innerhalb des Domes bei w (Fig. 22, Tafel 1). Dort rosten die Bleche leicht, während der Kessel kalt steht, wenn vergessen wurde, diesen Winkel besonders auszutrocknen. Sicherer ist es, bei v ein etwa 10 mm grosses Loch zu bohren, damit das Wasser stets von selbst abläuft.

#### b) Das Rosten an den Aussenflächen der Kessel.

Der Vorgang des Rostens selbst unterscheidet sich hierbei nicht von dem schon oben skizzirten Process der Oxydation; wir haben nur auf die verschiedenen Fälle hinzuweisen, in welchen Wasser oder Feuchtigkeit zu den Blechen gelangt, um zeigen zu können, wie denselben vorgebeugt werden muss.

Um gleich an dem soeben verlassenen Gegenstande anzuknüpfen, sei bemerkt, dass, wenn der Kessel ausser Betrieb ist, die Aussenflächen des Kessels den Niederschlägen bei feuchter Luft des Locales und dem Temperaturwechsel ebenso sehr ausgesetzt sind als die inneren Flächen der Wände. Wenn man bemerkt, dass dadurch Rosten entsteht, so thut man gut, den Rauchschieber zu öffnen, wodurch ein beständiger Luftwechsel, oft auch Luftzug entsteht, welcher die Kesselwände trocken erhält. Ist der betreffende Schornstein mit anderen Kesseln im Betriebe, so genügen oft schon die Undichtigkeiten am Rauchschieber des Reservekessels, um einen genügenden Luftstrom in dessen Zügen zu erzeugen, oder das Oeffnen des Reserveschiebers während der Stillstandspausen.

Eine viel grössere Gefahr für den Kessel ist die Bodenfeuchtigkeit. Liegen die Fundamente eines Kessels so tief, dass sie bis in das Grundwasser des Terrains reichen, so saugt sich die Nässe in dem Mauerwerk in die Höhe wie in einem Lampendochte und die oben mit dem feuchten Mauerwerk in Berührung kommenden Stellen der Kesselwände rosten. Da es sich hier immer um Roststellen von grösserem Umfange handelt, ist die Gefahr für den Kessel in demselben Maasse grösser. Es sind mehrere Fälle bekannt, dass Explosionen durch solche Schwächungen entstanden sind. So findet man in dem vom Kaiserlichen Statistischen Amt herausgegebenen Bericht „Die Dampfkessel-explosionen im Deutschen Reiche während des Jahres 1879“ einen Fall angeführt, dass ein Kessel in Kassel explodirte infolge Verrostens von aussen, das hervorgerufen wurde durch zu tiefe Aufstellung des Kessels, dessen tiefer gelegene Theile sehr häufig dem Grundwasser eines in der Entfernung von ca. 60 m vorbeifliessenden Baches (Ahne) ausgesetzt waren. Kostspielige Reparaturen müssen aus dieser Veranlassung sehr oft vorgenommen werden.

Es ist daher stets, wenn irgend thunlich, darauf zu sehen, dass eine Kesselanlage nicht vom Grundwasser erreicht werden kann. Ist es aber aus irgendwelchen localen Ursachen nicht anders möglich, so suche man die Baustelle so gut als möglich durch Abzugsgräben zu entwässern. Man versehe die Mauern an geeigneter Stelle mit Isolirschichten (Asphalt) und vermeide überhaupt möglichst, dass die Bleche mit den Mauern in directe Berührung kommen.

Bei Kesseln mit einem Siederohr (Fig. 23) lege man in solchem Falle den Unterkessel (das Siederohr) nicht auf eine Längszunge a; man theile den Zug lieber horizontal (Fig. 24), weil in der Höhe der Zunge b die Feuchtigkeit nicht mehr so schädlich auftreten kann, und unterstütze den Kessel durch einzelne gusseiserne Stühle c. Da diese Einrichtung allerdings den Uebelstand hat, dass sich in dem Zuge II die Bleche schnell mit Asche zulegen, so kann man auch den Zug um das Siederohr ungetheilt lassen, und wenn aus localen Gründen (weil hinten der Schornstein steht) 3 Züge im ganzen nöthig sind, so kann man auch den Oberkessel mit 2 Zügen ausrüsten, wie Fig. 25 andeutet. Ist die Anordnung der Züge nach Art der Fig. 23 aber besonders erwünscht, oder handelt es sich um eine schon fertige Einmauerung, so kann man die Zunge a auch ersetzen durch einen gusseisernen Träger a<sup>1</sup> (Fig. 26). Hat der Kessel zwei Siederohre, so lässt man um jeden der 3 Kessel einen Zug gehen (Fig. 21) und erhält ganz ungezwungen die gewöhnlich nothwendigen 3 Züge. Die Enden der Siederohre, welche kein Mannloch haben, legt man dann überhaupt nicht in das Mauerwerk (Fig. 18) und die anderen (am zweckmässigsten hinteren) Enden, welche des Mannloches wegen durch die Wand ragen müssen,

legt man rund herum in eine Asphalttschicht. Will man den Zug auch von dieser hinteren Seite aus zugänglich machen, so ist es zweckmässig, in die Mauer unter den Sieder einen gusseisernen Rahmen d Fig. 27 zu stellen, welcher den Kessel trägt und mit Steinen ausgemauert wird.

Aber nicht nur Grundwasser durchnässt die Fundamente des Kessels, sondern auch häufiger Regen, wenn durch die Eigenthümlichkeiten des Terrains das Regenwasser sich besonders um das Kesselhaus herum ansammelt; man sorge daher immer für schnellen Abzug dieses Wassers.

Anlagen, bei welchen Sparsamkeit eine grosse Rolle spielte, sind mitunter so eingerichtet, dass kein besonderes Wasserablassrohr angebracht wurde, indem man einfach das Wasser in den nicht gerade tief liegenden Aschenfall laufen lässt, der gleichzeitig als Schleusse zu dienen hat. Das Wasser zieht aus demselben nur langsam ab und saugt sich in grossen Mengen in die Mauerung des Kessels ein.

Feuchtes Mauerwerk dient aber nicht nur dem Kessel, sondern auch sich selbst zum Verderben und zwar insbesondere während der Reservezeit des Kessels. Die Steine verwittern und zerfallen mitunter innerhalb eines Jahres derart, dass die ganze Einmauerung erneuert werden muss.

Während die vom feuchten Mauerwerk direct berührten Theile der Bleche sowohl in als auch ausser der Betriebszeit durch Rost leiden, werden ausser der Betriebszeit auch die übrigen Kesselbleche in Mitleidenschaft gezogen, indem ein Theil der Feuchtigkeit stets verdunstet und sich auf den eisernen kalten Blechen wieder niederschlägt.

Auch während des Betriebes kann sich Feuchtigkeit auf den Blechen niederschlagen und zwar, wie H. v. Reiche glaubt, dadurch, dass der Inhalt der Siederohre eine niedrigere Temperatur als  $100^{\circ}$  hat und die in den Feuergasen enthaltenen Wasserdämpfe sich ebenso weit abkühlen und condensiren. Wir glauben, dass dieser Vorgang nur möglich ist, wenn die Feuergase im Vergleich zu ihrer Temperatur sehr stark mit Wasserdampf gesättigt sind, was nur in ganz abnormen und seltenen Fällen vorkommen kann.

Ausserordentlich oft kommt es dagegen vor, dass Nässe durch Undichtigkeit der Nähte während des Betriebes an die Aussenflächen der Bleche gelangt. Solche Undichtigkeiten sind fast unvermeidlich und kommen bei den sorgfältigsten Arbeiten, bei den Kesseln der renommirtesten Fabriken vor.

Zumeist zeigen sich an denjenigen Nahtstellen Undichtigkeiten, welche am schwierigsten herzustellen sind. Das sind vor allem die Wechsel, nämlich die Punkte, in welchen Längsnähte mit Rundnähten zusammentreffen (e Fig. 18). Das Wasser, welches hier herausdringt, benässt das darunter liegende Blech und verursacht Rosten.

Die einfachen glatten Nähte werden aber auch stellenweise undicht, und zwar zumeist die Rundnähte an den tiefsten Punkten. Es sei Fig. 28 der Schnitt durch eine solche Nahtstelle. Die äussere Blechkante *g* hat durch das Verstemmen eine Biegung erhalten, welche hier in übertriebenem Grade angedeutet ist. Dadurch wird dem austretenden Wasserstrahl eine auf das innere Blech *h* treffende Richtung ertheilt, weshalb dieses Blech in der Weise ausrosten muss, wie es die Figur nicht übertrieben veranschaulicht.

Man beobachtet, dass Schwächungen dieser Art nur an Siederohren, nicht an Oberkesseln (die im ersten Feuer liegen) entstehen, obwohl nicht anzunehmen ist, dass an Oberkesseln nie eine undichte Stelle vorkäme. Deshalb ist man gezwungen, anzunehmen, dass das Wasser in den heissen Zügen zu schnell verdampft, oder überhaupt nur in Dampfform austritt, als dass ihm zur Rostbildung Zeit gelassen würde. Abel giebt an (siehe Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine, Decemberrummer 1880), dass die Temperatur der Feuergase geringer sein müsse als  $500^{\circ}$  Celsius, wenn Ausrostungen noch möglich sein sollen.

Es möge nicht unerwähnt bleiben, dass während des Betriebes eigentlich in den die Züge erfüllenden Gasen kein Sauerstoff enthalten ist, indem derselbe auf dem Roste verbrannt wurde, oder vielmehr verbrannt worden sein sollte. Bei einer richtig geleiteten Verbrennung soll streng genommen kein Sauerstoff mehr in den Feuergasen enthalten sein; tritt also während des Betriebes Rosten ein, so wäre dies gleichzeitig ein Merkmal für eine fehlerhafte Feuerung. Leider hat man es mit dieser selten so genau genommen und fängt erst in neuerer Zeit an, die Richtigkeit der Feuerung nach der Sauerstoffreinheit der Rauchgase zu beurtheilen. Vollständig wird aber der Sauerstoff nie fern zu halten sein, schon wegen der Betriebspausen. Ein directeres und sicheres Mittel ist deshalb die innere Besichtigung der Kesselwände durch einen Sachverständigen, der die undichten Stellen durch einen wohlgeübten Kesselschmied verstemmen lässt, ehe die Schwächungen schädlich oder gar gefährlich werden.

Den Nähten ganz ähnlich verhalten sich die Flanschen von Armaturtheilen, welche auf dem Kessel befestigt sind. Dieselben lassen sich aber bei neuen Kesseln immer so anbringen, dass sie vom Mauerwerk nicht verdeckt werden. Man bemerkt dann sofort eintretende Undichtigkeiten und kann sie leicht beseitigen. Auch bei alten Kesseln lässt sich oft ohne Umstände die Mauerung so abändern, dass die Armaturflanschen frei liegen.

Recht lästig werden diese Befestigungen gewöhnlich, wenn sie nicht durch Nietten, sondern durch Schrauben hergestellt sind. Die zur Dichtung benutzten vegetabilischen Stoffe verderben bald in der

Hitze und der Dampf bläst durch. Die häufigen Erneuerungen derselben sind nicht nur mühsam, zeitraubend und kostspielig, sondern es kann auch kommen und ist häufig genug schon dagewesen, dass ihretwegen der Betrieb unterbrochen werden musste. Für einen ordnungsliebenden Kesselbesitzer ist das immer vorkommende Blasen solcher Dichtungen eine ganz widerwärtige Zugabe.

Einen neuen Kessel nehme man daher nie anders als mit aufgenieteten Stützen. Bei alten Kesseln kann man sich recht gut in der Weise helfen, dass man zwischen Kesselblech und Armaturflansche eine Kupferflansche nieten lässt, die rund herum etwa 1 bis 2 mm unter dem ersteren vorsteht und verstemmt wird.

Einmauerungsanlagen, bei denen vorn an der Stirnwand ein Zug quer vorliegt, bedingen das Befestigen der Wasserstandsrohre m und n (Fig. 29) in der Weise, dass die Flansche innerhalb des Mauerwerks liegt. Selbst wenn diese Flanschen angenietet sind, treten sehr leicht Undichtigkeiten durch Bruch der Rohre ein. Deshalb ist man auch hier bemüht gewesen, die Flanschen nach aussen zu verlegen, indem man den Kessel mit einem weiten, sogenannten Wasserstandsstützen ausrüstet, welcher aus dem Mauerwerk herausragt (Fig. 30). Selbst bei Vorfeuerungen behält man diese Construction bei, trotzdem dort der Wasserstandsstützen ganz wesentlich länger ausfällt, so lang nämlich wie die ganze Feuerungsanlage.

Als ein grober Fehler ist es zu bezeichnen, wenn Kesselträger k k' (Fig. 31) angeschraubt werden, weil solche bei der hier eintretenden, grossen Belastung sehr oft nicht dicht halten. Diesen Trägern hat man immer Aufmerksamkeit zuzuwenden, auch wenn sie angenietet sind.

Wenn die Nässe in solche Theile des Mauerwerks eindringt, welche mit den Blechen in Berührung sind, so überträgt das Mauerwerk gewissermaassen die Feuchtigkeit auf die betreffende Blechfläche, wodurch der Umfang des Schadens, die Gefahr und Reparaturkosten vergrössert werden. Dieser Fall tritt an Mannlöchern oft ein. Denkt man sich in Figur 18 das Mannloch-Kopfe eines Siederohres, so werden Undichtigkeiten der Mannlochdeckel die Folge haben, dass sich Nässe in das Mauerwerk bei p zieht, und die ganze Blechfläche, welche mit diesem feuchten Mauerwerk in Berührung ist, muss verrotten. Auch Speise- und Ablassventile, welche an dieser Stelle sehr oft angebracht sind, verursachen Leckagen. Aus dieser Veranlassung explodirte auf dem Hermannsschacht des Schader Steinkohlenbau-Vereins ein Kessel im Jahre 1878 (s. Dampfkessel-Explosionen im Deutschen Reiche 1878, Seite 6). Viele Dampfkessel werden alljährlich dadurch reparaturbedürftig.

Um diesem Uebel zu begegnen, muss der Wärter angehalten werden, Undichtigkeiten nie lange zu dulden. Es lässt sich aber auch die Anlage so einrichten, dass Undichtigkeiten, wenn sie während des Betriebes eintreten und, ohne den Kessel abzulassen, nicht beseitigt werden können, möglichst wenig Schaden thun. Zu diesem Zwecke ist es vortheilhaft, den betreffenden Kessel oder Sieder (Fig. 32, Taf. 1) so zu legen, dass er nach dem Mannloch hin Fall hat. Ausserdem lasse man den Kessel so weit aus der Mauer herausragen, dass die Nietköpfe frei liegen. Dann dienen dieselben als Sammelstellen für das Leckagewasser, welches an den tiefsten Punkten, den Nietköpfen, abtropft. Zweckmässig ist es auch, behufs vollständiger Entleerung des Kessels das Ablassrohr an dieser tiefsten Stelle anzubringen, wie in der Skizze (Fig. 32) angedeutet ist, und damit es auch immer frei zu Tage liegt, wird um die Flansche herum eine kleine Nische gemauert. Bei solcher Anordnung wird es nicht vorkommen können, dass Leckagewasser in das Mauerwerk dringt.

Häufig genug kommt es aber vor, dass Kessel in viel weniger verborgener Weise benässt, ja förmlich berieselt werden, ohne dass Besitzer und Wärter an einen dadurch entstehenden Schaden denken. Gewöhnlich kommt bei geringem Grade von Ordnungsliebe vieles zusammen. Undichte Hähne und Ventile auf dem Kessel, blasende Packungen von über den Kessel führenden Dampfleitungen, auf dem Kessel angebrachte Wasserstandsprobirhähne, Abtropfwasser von Gegenständen, welche auf dem Kessel getrocknet werden, schadhafes Dach und schlecht schliessende Oberlichtfenster u. dergl. mehr tragen dazu bei, dass der Kessel von aussen nie trocken wird.

#### Anhang zum zweiten Abschnitt.

##### Zur Beurtheilung der Gefahren von Schwächungen.

Eingetretene Schwächungen an einem Dampfkessel auf ihre Gefahr hin zu beurtheilen, erfordert viele Erfahrungen und ein geübtes Auge; der Gegenstand muss dem Prüfenden, so zu sagen, in Fleisch und Blut übergegangen sein, derselbe muss einen „practischen Blick“ haben.

Daher kann es auch nicht unsere Absicht sein, jeden Leser zu dieser Beurtheilung befähigen zu wollen, wir hoffen jedoch, für den Nichtfachmann einiges Licht über diese Sache verbreiten zu können.

Als grösste Gefahr wird offenbar mit Recht die Möglichkeit einer Explosion betrachtet und wir werden nicht umhin können, auch diese nebenbei mit zu berühren, bemerken aber im voraus, dass wir hier keine Abhandlung über Dampfkesselexplosionen schreiben wollen.

Damit wir nun nicht nöthig haben, erst tiefgehende und umständlich zu erläuternde Definitionen über den Begriff „Dampfkesselexplosionen“ zu geben, wollen wir darunter den Fall verstehen, dass

die Kesselwände in einzelnen Stücken umhergeschleudert werden, und berücksichtigen für unser Thema nur die Explosionen, welche in Schwächungen der Bleche ihre Ursache haben.

Man denke sich in Fig. 1, Taf. 2 den Querschnitt eines vollständig geschlossenen Gefässes A B C D von viereckigem Querschnitte, erfüllt mit gespannten Dämpfen, so werden die Drucke auf gleich grosse Flächen A B und C D auch gleich gross sein und sich aufheben und es wird keine Kraft vorhanden sein, welche das Gefäss von der Stelle bewegt.

Denken wir uns aber auf der einen Seite plötzlich ein Loch a entstanden, so ist der Druck auf diese Seite A B entsprechend kleiner, weil der Theil des Druckes auf die Fläche des Loches a fehlt, d. h. der Druck auf die Seite C D ist um diesen Theil grösser; also wird eine Kraft vorhanden sein, welche das Gefäss in der Richtung des Pfeiles zu verschieben bestrebt ist. Bei einiger Grösse des Loches a wird diese Bewegung thatsächlich eintreten. Ist das Loch vielleicht gebildet durch Lostrennen einer ganzen Wand oder eines grösseren Theiles derselben, so werden beide Theile in entgegengesetzter Richtung auseinander geschleudert, d. h. das Gefäss explodirt.

Hat das Gefäss runden Querschnitt, also wie Dampfkessel, so bleibt der Vorgang genau derselbe. Wir wollen nur noch erörtern, warum bei der Explosion eines Dampfkessels derselbe gewöhnlich in mehrere oder viele Stücke zerrissen wird, während die vorstehende Betrachtung nur auf zwei solcher Stücke hinweist.

Der Grund hierzu liegt darin, dass wir im Kessel nicht nur Dampf, sondern gleichzeitig sehr viel Wasser von derselben Temperatur haben. Weil dieses Wasser heisser ist als 100° Celsius, so hat es stets das Bestreben, in Dampf überzugehen, und wird daran nur gehindert durch den auf ihm lastenden Druck. Tritt aber plötzlich Dampf aus einer Oeffnung, so wird der Druck ebenso plötzlich kleiner; dadurch wird ebenso schnell das Wasser in Dampf übergehen, der Dampf stürzt aus dem Wasser heraus und schleudert dasselbe mit entsprechender Gewalt nach allen Seiten auseinander gegen die Kesselwände. Dieser mächtige Stoss des unelastischen, harten Wassers ist zu vergleichen mit einem allseitig wirkenden Dampfhammer, welchem keine Kesselwand widerstehen kann, dieselbe vielmehr vollständig demolirt wird. Dass bei weniger heftigen Explosionen eine anfänglich kleinere Oeffnung oder ein langsames Weiterreissen derselben zu Grunde gelegen hat, ist selbstverständlich und die eigentliche Explosion kommt oft weiter nicht zum Ausdruck, als dass der Kessel etwas aus seiner Lage verschoben wird, sodass man sich noch nicht recht klar ist, ob man solche Vorkommnisse überhaupt zu den Explosionen zu rechnen hat. Das Öffnen eines Wasserstands-Probirhahnes bewirkt auch einen einseitigen Druck,

entgegengesetzt der Richtung des ausströmenden Wasserstrahles, auf den Kessel; er kann freilich den Kessel ebenso wenig aus seiner Lage verschieben, wie wir dies mit einem Finger fertig zu bringen im stande sind. Stärker ist schon dieser einseitige Druck beim Öffnen eines Wasserablasshahnes, noch grösser bei einem Sicherheitsventil. Letzteres von etwas grossen Dimensionen kann, plötzlich aufgerissen, unter Umständen Explosion bewirken, nicht durch den einseitigen Druck — die Reaction — sondern durch das heftige Aufwallen des Wassers.

Entsteht durch Zerreissung an einer Stelle ein Loch in den Wandungen von kleinerem Umfange, bei welchem die Wirkung einer Explosion noch nicht eintritt, so ist dennoch Gefahr genug vorhanden in der Gewalt des ausströmenden Strahles. Es können durch denselben Mauern umgeworfen, Steine umhergeschleudert, Menschen getroffen und verbrüht werden, wie es der Fall war bei der Dampfkesselzerstörung in Baukau bei Bochum am 13. Mai 1878 (Dampfkessel-Explosionen im Deutschen Reiche 1878. Seite 6). In Fig. 2 und 3 ist angedeutet, in welcher Weise bei diesem Unfälle durch Verrosten von aussen im Siederohr ein Loch entstanden war. Die Reaction vermochte hier nicht den Kessel fortzuschleudern, sondern trieb ihn nur 80 mm aufwärts.

Wie weit darf nun eine Schwächung vorschreiten, ehe die Gefahr eines Bruches dieser geschwächten Stelle eintritt?

Fig. 4 stelle den Querschnitt eines Bleches dar, in welchem eine Schwächung entstanden ist, gleichviel ob durch Rost, Verbrennen, Doppelblech oder dergl. Bei einer bestimmten Dicke des noch vorhandenen Bleches (nehmen wir z. B. 2 mm Dicke an) ist der auf dieser Stelle lastende Druck um so grösser, je grösser die Ausdehnung der Stelle ist. Hat die Fläche eine ungefähre Kreisform, so wird das dünne Blech durchgebogen nach Art der Fig. 5 und muss schliesslich in der Mitte zuerst einbrechen.

Rechnet man nach, so findet man, dass dieser Bruch (bei 5 At Ueberdruck im Kessel) erfolgen würde, wenn die kreisförmige Schwächung einen Durchmesser von etwa 200 mm hat.

Erfahrungsgemäss reissen thatsächlich schwache Stellen von grösserem Umfange, wozu wir die zählen wollen, welche grössere Durchmesser als 100 mm haben, ein, wenn die Blechstärke auf durchschnittlich 2 mm verringert worden ist, d. h. wenn die noch vorhandene Blechstärke nicht gleichmässig ist und zwischen ca. 0 und 4 mm wechselt.

Es ist natürlich, dass man diese Grenze nie eintreten lassen darf, da Zufälligkeiten, wie geringe Qualität des Bleches, Stösse und dergl. sehr leicht einen früheren Bruch veranlassen können. Ist eine Schwächung grösseren Umfanges stellenweise bis auf 4, oder sogar bis

auf 3 mm Dicke vorgeschritten, so ist die Zeit zu einer Reparatur gekommen.

Jede Schwächung aber, wenn sie noch viel weniger weit ausgebildet ist, muss von einem Special-Sachverständigen auf ihren Zustand hin untersucht werden. Es ist dabei zu beurtheilen, von welcher Qualität das Blech der betreffenden Stelle ist, wie rasch die Zerstörung fortschreitet, wie ein Fortschreiten verhindert werden kann etc.

Kleine, durch Luftblasen eingefressene Gruben können durch Aufreissen keine directe Gefahr verursachen; dieselbe kann erst eintreten, wenn solche Gruben eng beieinander liegen oder eine Reihe derselben zusammenhängen, sodass dadurch eine Schwächung grösseren Umfanges entsteht.

Vereinzelte kleine Gruben können aber indirect gefährlich werden, indem sie in dem Bleche ein kleines Loch erzeugen, durch welches Wasser heraustritt und das umgebende Blech zum Rosten bringt. Ausserdem entstehen Nachtheile durch Wasserverlust und selbst Wassermangel kann die Folge sein. Trifft ein solches Loch auf Mauerwerk, so saugt sich dieses voll Wasser und wird dem Kessel in bekannter Weise gefährlich.

Eine andere Art von Schwächungen bilden Unterbrechungen, Löcher und Risse in den Kesselwänden. Der klareren Vorstellung wegen wollen wir uns einen bestimmten Fall als Beispiel vergegenwärtigen. In Fig. 6 sei das Aeussere eines Kesselmantels mit dem Mannloche  $m$  verstanden, den wir uns bestehend denken wollen aus lauter schmalen Ringen von 1 cm Breite, so wird die Spannung im Kessel bestrebt sein, jeden einzelnen Ring auseinander zu biegen, in jedem Querschnitte wird ein Zug auf Zerreißen wirken. Hat der Kessel  $1,5 \text{ m} = 150 \text{ cm}$  Durchmesser und ist die Dampfspannung im Kessel  $4 \text{ At}$  Ueberdruck, so beträgt der Zug in jedem Querschnitte des Ringes  $300 \text{ kg}$ . (Ist das Blech 1 cm dick, so würde der Ring etwa bei  $3500 \text{ kg}$  Belastung brechen.) Bei normaler Grösse des Mannloches kommen auf dasselbe 40 solcher Ringe, welche alle aufgeschnitten sind und daher in sich nicht mehr dem Drucke von je  $300 \text{ kg}$  Widerstand zu leisten befähigt sind. Dieselben werden vielmehr die Tendenz haben, sich gerade zu biegen. Daran werden sie nur gehindert dadurch, dass sie mit den anderen Ringen  $r$  und  $s$  zusammenhängen, d. h. die ganze Belastung der 40 Ringe, d. i.  $40 \cdot 300 = 12000 \text{ kg}$ ., wird auf die Nachbarringe  $r$  und  $s$  übertragen, welche sie mit aufnehmen müssen, sodass auf jeden Ring  $6000 \text{ kg}$  kommen. Geht davon auch noch etwas ab auf den geringen Widerstand, welchen die 40 Ringe selbst bieten, so ist es doch klar, dass die Nachbarringe bedeutend überlastet werden, und dass dieselben gewöhnlich nicht reißen, ist nur ihrer Elasticität zuzuschreiben; sie geben nämlich nach, dehnen sich etwas und

übertragen so den Ueberschuss von Belastung an die folgenden Nachbarringe, mit denen sie ja fest zusammenhängen. Würden nur die beiden Ringe r und s vorhanden sein, indem die ganze Kessellänge nur aus 42 Ringen bestände, so müssten sie unbedingt brechen. Aehnlich verhält sich die Sache in der Längenrichtung. Der Druck auf die Stirnwände wird am Mannloch auch von einem verkleinerten Querschnitte des Kesselmantels aufgenommen, doch vertheilt sich dieser Druck gleichmässiger auf den übrig bleibenden Querschnitt, sodass die Mehrbelastung für die einzelne Längsfaser des Mantels nur gering wird. — Vergrössert wird die Beanspruchung des Mannlochrandes noch durch den Druck auf den Mannlochdeckel und den Druck der Deckelbügel.

Dass diese grössere Belastung der Mannlochränder verhängnissvoll werden kann, bezweifelt man in sachverständigen Kreisen nicht mehr. Es sind Explosionen vorgekommen von Dampfkesseln, deren einzelne Bruchstücke man wieder zusammensetzte, wodurch man feststellte, dass alle Risse vom Mannloch ausgegangen waren. (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1873, Seite 126.) Viel öfter aber findet man, dass die nachgiebigen unversteiften Mannlochränder das Dichten des Deckels sehr erschweren.

Es ist daher unbedingt richtig, Mannlochränder zu verstärken, einen aufgepassten Ring darauf zu nieten, welcher das Blech verdoppelt oder verdreifacht. Auf andere Einrichtungen, welche das Mannloch sichern und versteifen, kommen wir in einem der folgenden Abschnitte zu sprechen.

Auf genau dieselbe Weise wie oben lässt sich zeigen, dass Risse in den Blechen Schwächungen sind, und dieselben werden dem Kessel bei der gleichen Ausdehnung wie die eines Mannloches nur insofern gefährlicher werden, als erfahrungsmässig ein angefangener Riss viel leichter weiter reisst als ein rund ausgeschnittenes Loch. Risse müssen aber schon immer aus dem Grunde reparirt werden, weil das Wasser durch sie austritt. Eine besondere Art von Rissen sind die Kantenrisse an den einzelnen Blechen, vorzugsweise an den Feuerplatten, die wir schon einmal kurz erwähnten und später ausführlicher zu besprechen haben. Diese Risse werden nicht immer gleich undicht, weil das zweite Nahtblech sie verdeckt. Solange dieselben nicht über die Naht hinausgehen und nicht leck werden, haben sie gewöhnlich keine Bedeutung. Bei grösserer Länge bis hinter die Naht machen sie sich schon bemerklich durch Leckagen und braucht man mit Reparaturen vor diesem Zeitpunkte nicht einzuschreiten. Im Auge muss man freilich Kantenrisse immer behalten, um erstens eingetretenes Leckwerden möglichst bald zu bemerken, zweitens aber, weil ein Riss durch andere Umstände dicht halten kann, etwa durch Kesselstein, und er dann unbemerkt eine gefährliche Länge erreichen könnte.

Es zeigt sich ferner öfter, dass Risse, im Entstehen begriffen, noch

nicht durch die ganze Blechdicke gehen, daher auch noch nicht leck sind. Ob solche Gefahr in sich bergen, sofort reparirt werden müssen, oder bei Beseitigung der Ursache bestehen bleiben können, hängt von den Umständen jedes einzelnen Falles ab und muss durch einen Sachverständigen sorgfältig untersucht werden. Nicht selten sind es auch nur von unganzen, schiefrigen Stellen herrührende Risse und haben dann keinerlei Bedeutung.

Beulen in den Blechen sind betreffs ihrer Schädlichkeit sehr verschiedener Natur. Manche sind entstanden durch zufälliges, einmaliges Erglühen der bezüglichen Stelle, wobei der Dampfdruck die weiche Stelle herausbog; diese können im Blech vollkommen ganz und fest sein, vorausgesetzt, die Beule ist nicht so weit herausgetrieben, dass die Blechstärke zu gering würde; es ist dann nur dafür zu sorgen, dass die Ursache des Erglühens für immer fern gehalten wird. Andere Beulen sind nur langsam durch stets sich wiederholende Einwirkung von Ueberhitzung und Abkühlung entstanden. Dadurch ist gewöhnlich das Blech sehr spröde und brüchig geworden und eine nur flache Beule kann bei genügender Blechstärke schon Risse und Brüche haben, oder es können sich solche jeden Augenblick bilden. Bei allen Beulen ist daher eine genaue sachgemässe Untersuchung geboten.

Das Abspringen von Nietköpfen ist ohne Zweifel auch eine Schwächung der betreffenden Nahtstellen. Der Grund dazu liegt gewöhnlich in einem Fehler, welcher sich in der Niete bei der Fabrikation gebildet hat, und es ist dann dem fehlenden Nietkopfe keinerlei Bedeutung beizumessen. Es kommt aber auch vor, dass manche Nahtstellen besonders starker Beanspruchung ausgesetzt sind, dass dann ein fehlender Nietkopf den Verlust einiger benachbarten Nieten nach sich zieht und die Gefahr eines plötzlichen Weiterreissens und Explosion dann recht nahe gerückt wird. Ist eine Niete nicht zu tief unter Mauerwerk versteckt, so ist es ohne weiteres empfehlenswerth, sie zu erneuern, da dies eine einfache, billige Arbeit ist.

### **3. Zusammengesetzte chemische Wirkungen.**

Ogleich der Rostprocess auch ein chemischer Vorgang ist, glaubten wir doch mit Rücksicht auf seine besonderen Eigenthümlichkeiten den einfachen und jedermann bekannten Vorgang des Rostens in einem besonderen Abschnitte besprechen zu müssen. Das Thema des vorliegenden Abschnittes ist ohnehin so verwickelt, dass man es gar nicht genug zergliedern kann. Wir wollen auch hier möglichst allgemein verständlich sein und deshalb von streng wissenschaftlichen Erörterungen absehen und uns besonders an die Thatsachen halten.