

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 uns 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.