

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 At Ueberdruck, so beträgt der Zug in jedem Querschnitte des Ringes 300 kg . (Ist das Blech 1 cm dick, so würde der Ring etwa bei 3500 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 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 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 heraustritt. 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.