

der Spannkraft oder dem Drucke von 1844·6 Pfund auf den Quadratfuß, nach der Formel (c):  $\Delta = \cdot 033165$  und nach jener (d):  $\Delta = \cdot 033262$ . Ferner ist nach der Formel (1) in Nr. 269 die Ausflugschwindigkeit, wegen  $P = 2280\cdot 4$ ,  $p = 1844\cdot 6$  und  $nt = \cdot 00366 \times 106\cdot 25 = 1\ 3889$  sofort:

$$v = 858 \text{ Fufs.}$$

Setzt man nun den Contractionscoefficienten  $m = \cdot 8$ , so folgt aus der vorigen Formel (2), wegen  $a = \cdot 08727$  mit dem erstern Werthe von  $\Delta$  nahe  $Q = 1\cdot 987$  und mit dem zweiten Werthe von  $\Delta$ :  $Q = 1\cdot 992$  Pfund.

Da nun das relative Volumen des Dampfes von dieser Dichte (§. 475) nahe = 1700 ist, so beträgt das per Secunde ausströmende Volumen Dampf im erstern Falle nahe 59·89 und im letztern 60 Kubikfuß. Dieses

Volumen ist nämlich =  $\frac{Q}{56\cdot 4} \times 1700$  oder auch (Relat. 2 dieser Nr.)

$$= \frac{Q}{\Delta} = m a v.$$

## Gröfse der Sicherheitsventile bei Dampfkesseln.

(§. 501.)

**272.** Nach der Relation (1) in Nr. 269 ist

$v = 2400 \sqrt{\left[ (1 + \cdot 00366 t) \log v \cdot \frac{P}{p} \right]}$  die Geschwindigkeit des aus einer Öffnung ausströmenden Dampfes, wenn  $P$  den innern, der Temperatur  $t$  entsprechenden Dampfdruck und  $p$  den äußern Druck bezeichnet. Setzt man daher den Flächeninhalt der Ventilöffnung =  $f$  und die per Secunde aus dieser Öffnung ausströmende Dampfmenge, dem Volumen nach =  $M$ ; so ist, wenn man vorläufig von der Contraction des Dampfstrahles abstrahirt oder unter  $f$  den Querschnitt des zusammengezogenen Strahles versteht, diese Dampfmenge unter dem äußern Druck  $p$  gemessen  $M = f v$ , dagegen unter dem innern Druck  $P$  gemessen  $M' = \frac{p}{P} f v$  oder für  $v$  den Werth gesetzt:

$$M' = 2400 \frac{p}{P} f \sqrt{\left[ (1 + \cdot 00366 t) \log v \cdot \frac{P}{p} \right]}$$

Ist  $\gamma_1$  das Gewicht von 1 Kubikfuß Dampf im Kessel, nämlich von dem Drucke oder der Spannung  $P$  und der Temperatur  $t$ , so wie  $G$  das Gewicht des Dampfolumens  $M'$ ; so ist das Gewicht des Dampfes, welches per Secunde aus der Ventilöffnung ausströmt:

$$G = M' \gamma_1$$

oder wegen (Relat. c, in Nr. 270)

$$\gamma_1 = \cdot 000024625 \frac{P}{1 + \cdot 00366 t},$$

wenn man auch gleich für  $M'$  den vorigen Werth setzt und reducirt (wegen  $p = 1844.6$ ):

$$G = 108.728 f \sqrt{\left( \frac{\log v. \frac{P}{p}}{1 + .00366 t} \right)}$$

Ist ferner  $F$  die ganze Heiz- oder Feuerfläche des Dampfkessels und nimmt man an, daß (Zusatz zu §. 464 auf S. 617) jeder Quadratfuß dieser Fläche stündlich  $4\frac{1}{2}$  Pfund Dampf von einer beliebigen Spannung erzeugen kann (wir nehmen nämlich um ganz sicher zu gehen und die Ventilfläche  $f$  auch für ein heftiges Feuer noch hinreichend groß zu erhalten, die Zahl  $4\frac{1}{2}$  statt jener 4.28); so ist auch  $G = \frac{4.5}{3600} F$ .

Setzt man diese beiden Werthe einander gleich und bestimmt aus der entstehenden Gleichung die Ventilfläche  $f$ , so entsteht, wenn man die Pressungen  $P$  und  $p$  in Atmosphären ausdrückt, wodurch also  $p = 1$  wird und wenn man  $P = m$  setzt:

$$f = .0000115 F \sqrt{\left( \frac{1 + .00366 t}{\log v. m} \right)}$$

Nimmt man endlich im vorliegenden Falle für den Contractions-coefficienten die Mittelzahl .76 oder .77, setzt also .77  $f$  statt  $f$ ; so erhält man für das Verhältniß der beiden Flächen

$$\frac{f}{F} = .000015 \sqrt{\left( \frac{1 + .00366 t}{\log v. m} \right)} \dots (\delta)$$

Beispiel. Hat der Dampf z. B. eine Spannung von  $\frac{1}{4}$  Atmosphäre über den Luftdruck, so ist  $m = \frac{5}{4}$  und  $t = 106\frac{1}{2}^{\circ}$ , folglich nach dieser Formel ( $\delta$ ):  $f = .00005681 F$ .

Rechnet man auf die Pferdekraft eine totale Heizfläche von 15 Quadratfuß (§. 496)\*), so wäre im gegenwärtigen Beispiele für einen Dampfkessel von  $N$  Pferdekraften:

$$f = .00085215 N \text{ Quadratfuß}$$

also z. B. für  $N = 10$ :

$$f = .0085215 \square' = 1.227096 \square''$$

also der Durchmesser des Ventils  $d = 1\frac{1}{4}$  Zoll.

\*) Es bedarf kaum der Bemerkung, daß man sich dieser Zahl eigentlich nur als Durchschnittszahl für Niederdruck- oder auch für Hochdruckmaschinen ohne Expansion bedienen darf. Da nämlich die Größe der Heizfläche nur auf die Dampfmenge, welche in einer bestimmten Zeit erzeugt werden kann, einen directen Einfluß hat, diese jedoch für die Pferdekraft keinesweges constant, sondern je nach dem verschiedenen Systeme der Maschine, namentlich nach dem verschiedenen Absperrungsverhältniß bei Expansionsmaschinen verschieden ist; so folgt von selbst, daß auch die Heizfläche

Anmerkung. Nach der preufs. Verordnung soll das Verhältniß  $\frac{f}{F}$  wenigstens  $\frac{1}{3000}$ , also  $f$  wenigstens  $= \frac{F}{3000} = 000333 F$  seyn, wodurch daher im vorigen erstern Beispiele, wegen  $\frac{000333}{00005681} = 5.8$  beinahe eine 6fache Sicherheit entsteht.

Nach der in Oesterreich geltenden Vorschrift, wird der Durchmesser des Ventils, in Zollen ausgedrückt, aus der Formel (§. 501)

$$d = .312 \sqrt{\left(\frac{F}{m - .412}\right)}$$

bestimmt, in welcher  $F$  die Heizfläche in Quadratfuß und  $m$  die absolute Dampfspannung im Kessel in Atmosphären ausgedrückt bezeichnen.

Es ist also für das letzte Beispiel, wegen  $F = 150$  und  $m = 1.25$  sofort  $d = 4.175$  Zoll (wofür in der vorgeschriebenen Tabelle, welche nur die 10<sup>tel</sup> berücksichtigt, 4.2 steht) also die Ventilfläche  $f = 13.68 \square'' = .095 \square'$ , so, daß demnach wegen  $\frac{.095}{00852} = 11.1$  hier eine 11fache Sicherheit Statt findet. (Dieselbe Vorschrift gilt übrigens auch in Frankreich.)

des Dampfkessels je nach diesen verschiedenen Systemen verschieden seyn müsse.

Beträgt z. B. die per Pferdekraft und per Minute nöthige Dampfmenge bei einer Niederdruckmaschine 0177, bei einer Hochdruckmaschine ohne Expansion 0114 und bei einer solchen Maschine mit halber Absperrung 009 Kubikfuß, d. h. verhalten sich diese Dampfmenge nahe wie die Zahlen 1:65:5; so kann auch, Alles übrige gleich gesetzt, die Größe des Dampfkessels in demselben Verhältniß abnehmen, so, daß man, für die Pferdekraft im erstern Falle 15 Quadratfuß gerechnet, dafür in den übrigen hier angeführten Fällen beziehungsweise nur 10 und  $7\frac{1}{2}$  Quadratfuß zu nehmen hätte.

Treten nun auch in diesen letztern Fällen, bei Erzeugung von hoch gespannten Dämpfen (§. 496), etwas ungünstigere Verhältnisse ein, wodurch auch die Heizfläche wieder in etwas vergrößert werden muß; so bleibt die Bemerkung doch richtig, daß für dieselbe Kraftentwicklung einer Expansionsmaschine der Kessel im Allgemeinen um so kleiner seyn kann, je kleiner der Absperrungscoefficient ist.

Das hier Bemerkte folgt noch bestimmter aus einer der obigen Formeln für das in der Zeiteinheit nöthige, zu verdampfende Wasservolumen  $S$ , z. B. aus der Formel (3) in Nr. 289, indem der im Nenner vorkommende Factor  $N$  nach der Tabelle in §. 523 für den Absperrungscoefficienten  $\frac{1}{10}$  gleich 2.6, dagegen für den Coefficienten 1 (d. i. ohne Expansion) nahe gleich 1 ist, so, daß also im ersten Falle 2.6 Mal weniger Wasser zu verdampfen nothwendig ist, als im letztern, folglich auch (ohne Rücksicht auf die vorige Bemerkung) der Kessel in demselben Verhältniß im erstern Falle kleiner als im letztern seyn kann.

Für  $F = 200$  und  $m = 6$  z. B. erhält man nach dieser Vorschrift  $d = 1.867$  Zoll (nach der betreffenden Tabelle 1.9 Zoll), also  $f = 2.738'' = .019''$ , während man nach der theoretischen Formel ( $\delta$ ), wegen  $F = 200$ ,  $m = 6$  und  $t = 160.2$  sofort  $f = .004284''$  findet, so, daß also hier noch nahe die  $4\frac{1}{2}$ -fache Sicherheit Statt findet, indem diese Ventilfläche  $4\frac{1}{2}$  Mal kleiner seyn könnte als vorgeschrieben ist. Allerdings wird dabei vorausgesetzt, daß das Ventil dem ausströmenden Dampf kein Hinderniß entgegengesetzt, was wohl niemals völlig der Fall ist, besonders wenn es sich nicht hoch genug hebt.

Zur noch größeren Sicherheit, muß jeder Dampfkessel mit zwei solchen Sicherheitsventilen versehen werden, welche am besten so weit wie möglich von einander entfernt angebracht werden.

Daß sich endlich das Ventil wenigstens um den vierten Theil des Durchmessers der Ventilöffnung heben können, um dem Dampf den gehörigen Ausgang zu gestatten, ist bereits in §. 427 (Anmerk.) nachgewiesen.

## Wanddicke der cylinderischen Dampfkessel.

(§. 502.)

**273.** Bezeichnet  $D$  den Durchmesser des Kessels,  $d$  die Wand- oder Blechdicke,  $q$  den auf die Flächeneinheit im innern des Kessels Statt findenden Druck und  $m$  die absolute Festigkeit der Kesselbleche; so ist nach Relat. (1) in Nr. **132**,  $d = \frac{1}{2} D \cdot \frac{q}{m}$  oder mit Rücksicht auf die nöthige eigene Stabilität des Kessels (§. 276 u §. 277):

$$d = \frac{Dq}{2m} + 114 \dots (.)$$

wenn man nämlich den W. Zoll zum Grunde legt.

Drückt man den Druck  $q$  in Atmosphären aus und nimmt an, daß die absolute Dampfspannung im Kessel  $n$ , folglich der Überdruck  $n - 1$  Atmosphären beträgt; so ist, den Druck einer Atmosphäre auf den Quadratzoll zu 12.75 Pfund angenommen,  $q = 12.75(n - 1)$ , folglich, wenn man diesen Werth in (.) substituirt,

$$d = 6.375(n - 1) \frac{D}{m} + 114$$

Nimmt man nun, für Kessel aus Eisenblech nach der Bemerkung in §. 253 (Anmerk.) für das noch innerhalb der Elasticitätsgrenze liegende Tragvermögen des Schmiedeisens in runder Zahl 16000 Pfund, setzt also in diesem letztern Ausdruck statt der absoluten Festigkeit  $m = 16000$ ; so wird, wenn man gleich reducirt:

$$d = .000398(n - 1) D + 114 \dots (\beta)$$