Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 4

Artikel: Wärmespannungen und Rissbildungen
Autor: Sulzer, Carl
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26753

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

INHALT: Wärmespannungen und Rissbildungen. — Der Neubau der Schweiz. Kredit-Anstalt in Basel. — Flusskorrektionen und Wildbachverbauungen in der Schweiz 1906. — Eine Anwendung der Mechanik auf die Geometrie. — Wettbewerb für Gymnasium mit Turnhalle in Biel. — Miscellanea: Elektr. Nebenbahn Bergamo-San Giovanni-Bianco. Elektrodynamische Weichenstellung für Strassenbahnen mit oberirdischer Stromzuführung. Normalmass-Versicherung. Schweizer. Bundesbahnen. Brückeneinsturz bei La Rasse im Jura. Raschlaufender Kohlensäurekompressor. Normalien für die Schmalspurbahnen Ungarns. Eidg. Polytechnikum. Friedenspalast im Haag. Bau des zweiten Simplontunnels. Dachspielplätze in Wien. Ausbau des Museums am Stubenring in Wien. Diepoldsauer Rheindurchstich. Erweiterung des Rathauses zu Worms. Krematorium für Lausanne. — Konkurrenzen: Strassenbrücke über den Norr-Strom in Stockholm. — Literatur. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

Wärmespannungen und Rissbildungen.

Von *Carl Sulzer.*

Die Frage der Rissbildungen durch Wärmespannungen ist eine viel umstrittene. Insbesondere auf dem Gebiete des Dampfkesselbaues mangelt es oft an Klarheit über die Art der Entstehung und Wirkung von Spannungen und über die eigentliche Ursache von Rissbildungen. Man ist leicht geneigt, mangels einer andern zutreffenden Erklärung dem Material als solchem, seiner chemischen Zusammensetzung, oder der Herstellungsweise des Kessels, vielleicht auch seiner Konstruktion die Schuld an solchen Vorkommnissen zuzuschreiben. Ohne Zweifel trifft der eine und andere dieser Gründe für manche Fälle in mehr oder weniger hohem Masse zu, aber es ist gewiss, dass Rissbildungen vorkommen, wo keine der genannten Ursachen zur Erklärung genügt, wo ein Material verwendet wurde, das allen Anforderungen entsprach, wo die Herstellungsweise des Kessels eine einwandfreie war und seine Bauart sich in hunderten von Fällen bewährt hatte. Einen solchen Fall hier darzulegen ist der Zweck dieser Zeilen. Derselbe erscheint als ein typisches Beispiel der Rissbildung durch Wärmespannungen und es soll versucht werden, die Entstehung dieser Spannungen näher zu beleuchten. Zu diesem Zweck mögen zunächst einige bekanntere Fälle von Rissbildungen, insbesondere bei Gusseisen, kurz berührt werden.

Betrachten wir das Verhalten eines doppelwandigen Zylinders (Abb. 1) nach dem Gusse. Oft wird schon während des Erkaltens die äussere Gussform zerstört und die äussere Wand mehr oder weniger blossgelegt, während die innern Kernteile zunächst nicht entfernt werden. Die äussere Wand kühlt sich somit wesentlich rascher ab, als die innere. Diese Abkühlung der äussern Wand wirkt aber bestimmend auf das Schwinden der Länge *l*. Die innere Wand setzt, infolge ihres noch plastischern Zustandes, der vorzeitigen Verkürzung von *l* keinen genügenden Widerstand entgegen; sie wird durch die beidseitigen Endverbindungen gezwungen, hieran teilzunehmen und erfährt dabei ihrerseits eine bleibende Verkürzung infolge Druckbeanspruchung über die Elastizitätsgrenze hinaus. Je mehr die äussere Wand sich der gewöhnlichen Temperatur nähert, um so mehr bildet sie aber einen starren Rahmen, innerhalb welchem die noch heisse innere Wand alsdann weiter erkalten und schwinden muss. Hierbei entstehen naturgemäss in der letztern Längsspannungen, die unter Umständen zum Bruche führen und zwar zum Querriss des innern Zylinders. Jeder Giessereifachmann kennt diesen typischen Riss, der, so mannigfaltig die Fälle und die Formen der Gussstücke sind, in denen er auftritt, meist auf ungleiche Abkühlungen der gedachten Art zurückgeführt werden kann. Rissbildung tritt ein, sobald die lineare Schwindung innerhalb starrer Endpunkte gleich oder grösser ist, als die Bruchdehnung des Materials. Die lineare Ausdehnung des Gusseisens auf 100° C Temperatur-Differenz ist zu rund 0,001 der Länge anzunehmen. Anderseits beträgt die Bruchdehnung, unter der Annahme eines Elastizitätsmoduls von 1 000 000 *kg* und einer mittlern Zugfestigkeit von etwa 1500 *kg/cm²* und unter der Voraussetzung, dass Proportionalität der Dehnung bis zum Bruche bestehe, etwa 0,0015 der Länge des Stabes. Es ergibt sich hieraus, dass Bruch eintritt, sobald eine Temperaturverminderung von etwa 150° C innerhalb fester Endpunkte stattfindet. Von der Richtigkeit des Gesagten kann man sich leicht durch folgenden Versuch überzeugen. Man erwärme einen gusseisernen Stab auf etwa 200° C, — am besten im Oelbade — und lege ihn alsdann spannungsfrei, aber mit satt anschliessender Beilage in einen starren Rahmen (Abb. 2). Der Stab reisst beim Erkalten, nachdem seine Temperatur von 200° C auf etwa 50° C gefallen ist. Bekanntlich werden derartige Risse bei Gussstücken auch dadurch hervorgerufen, dass eingebaute, nicht genügend nachgiebige Formteile dem Schwinden einen zu starren Widerstand entgegensetzen.

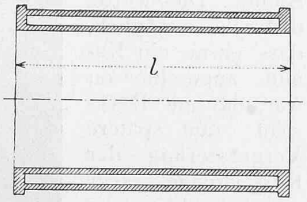

Abb. 1.

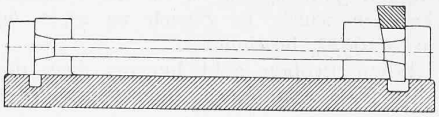

Abb. 2.

Es bedarf wohl kaum besonderer Hervorhebung, dass die oben erwähnten Spannungen beim doppelwandigen Zylinder nicht nur in der Längsrichtung, sondern an den Verbindungsstellen auch in der Querrichtung auftreten. Sie können aber in dieser Richtung infolge des durch die Verbindungswände gewährleisteten ziemlich raschen Temperaturausgleiches in der Regel keine derartige Höhe erreichen, dass Rissbildungen eintreten.

Zur Vermeidung schädlicher Spannungen werden namentlich bei grössern Dampfzylindern in der Regel die äussern Mäntel- und die innern Laufzylinder getrennt hergestellt und durch Schrumpfung miteinander verbunden. Auch bei dieser Verbindung sind aber Risse infolge unrichtiger Ausführung nicht ausgeschlossen. Da der Laufzylinder infolge der beidseitigen Berührung durch Dampf und wegen der Kolbenreibung höhere Temperatur annimmt, als der Mantel, so muss die Verbindung so gestaltet werden, dass die freie Ausdehnung in der Längsrichtung gewährleistet bleibt. In Fällen, wo dies nicht geschah, wo also die Verbindung an beiden Enden eine starre war, sind durch den Schub des innern Zylinders wiederholt Querrisse im Mantel hervorgerufen worden. Ebenso können durch die Schrumpfung selbst, bei unzweckmässiger Bemessung der Zugaben, Längsrisse im Mantel herbeigeführt werden.

Während derartige Risse beim Gusseisen, nachdem einmal die Bedingungen hierfür gegeben sind, gewöhnlich gleich sehr ausgeprägt auftreten, ist dies bei dem zähern Flusseisen nicht der Fall. Dort bilden sich solche Risse meist nur ganz allmählich und es bedarf einer vielfach wiederholten Einwirkung der schädlichen Spannungen, bis dieselben schliesslich, langsam fortschreitend, das Materialgefüge durch den ganzen in Frage kommenden Querschnitt hindurch zu lösen vermögen.

Im Folgenden sei ein typischer Fall dieser Art beschrieben:

Es handelt sich um einen Cornwall-Kessel von nachstehenden Verhältnissen:

Heizfläche	72 *m²*	Betriebsdruck	7 Atm.
Rostfläche	2,40 „	Probedruck	12 „

Kesselschale von 2000 *mm* Durchmesser und 7200 *mm* zylindrischer Länge, in fünf Blechschüssen; Schalendicke 13 *mm*. Zwei Wellfeuerröhren von 750/850 *mm* Durchmesser und 10 *mm* Wandstärke; Böden gewölbt 21 *mm* stark, die Längsnähte mit Doppellaschen-Nietung, die Rundnähte mit doppelter Nietreihe.

Der Kessel wurde im Jahre 1899 von Gebrüder Sulzer in Winterthur erstellt. Als Material war für sämtliche Kesselteile Siemens-Martin-Flusseisen in Feuerblech-Qualität vorgeschrieben. Für die Nieten wurde bestes Siegener Schweisseisen verwendet. Für die Bleche der Kesselschale ergaben die im Walzwerk vorgenommenen Proben eine mittlere Zugfestigkeit von 3694 kg/cm^2 und eine mittlere Dehnung von 30,1 %, als Mittelwerte von fünf vorgenommenen Proben. Als grösste Abweichungen von diesen Mittelwerten ergaben sich einerseits eine Mindestfestigkeit von 3640 kg/cm^2 bei einer Dehnung von 31 %, anderseits eine Höchstfestigkeit von 3770 kg/cm^2 bei einer Dehnung von 28,5 %.

Zwei an der Materialprüfungsanstalt in Zürich vorgenommene Kontrollproben ergaben als Mittelwerte: für die Zugfestigkeit 3430 kg/cm^2 [1]), für die Dehnung 30,9 %. Die Streckgrenze wurde in Zürich zu 2540 kg/cm^2, die Kontraktion zu 69 % bestimmt.

Aus diesen Proben geht hervor, dass das Material den bezüglichen Bestimmungen der Würzburger-Normen reichlich genügt.

Eine durch die Materialprüfungsanstalt in Zürich vorgenommene chemische Analyse des Kesselblechs ergab als Mittelwerte zweier gut miteinander übereinstimmender Bestimmungen:

Gesamtkohlenstoff	0,048 %
Silicium	0,016 „
Mangan	0,289 „
Schwefel	0,040 „
Phosphor	0,016 „

Der Kohlenstoff- und Mangangehalt ist somit ein durchaus normaler und lässt auf besonders weiche Qualität schliessen; die Beimengungen von Schwefel und Phosphor sind gering.

Die Herstellung des Kessels, insbesondere des Mantels, geschah auf die sorgfältigste Weise und die liefernde Firma ist mit den allerbesten Einrichtungen zum Bau derartiger Kessel versehen. Die Bleche des Mantels werden kalt gebogen und zwar auf einer Biegewalze besonderer Bauart, die das Runden bis an die Blechränder ermöglicht, sodass jedes nachträgliche Anpassen dieser Ränder von Hand entfällt. Nach dem Biegen werden die sämtlichen Blechränder und Stemmkanten auf einer kombinierten Dreh- und Stossmaschine bearbeitet. Die Umfänge der Schüsse werden hiebei mittelst Stahlmessband auf das Genaueste nachkontrolliert und so bemessen, dass die innern und äussern Schüsse satt und ohne jedes Nachrichten ineinander passen. Sämtliche Löcher, selbst die Heftlöcher, werden aus dem Vollen gebohrt und die zugehörigen Kesselteile hiezu stets zusammengestellt, sodass die Löcher genau aufeinander passen. Nach dem Bohren werden die Teile wieder auseinander genommen und die scharfen Kanten gebrochen. Durch Anwendung von Doppellaschen-Nietung für die Längsnähte wird jede örtliche Erwärmung der Bleche vermieden. Die Nietung geschieht hydraulisch; der Nietdruck wird durch veränderliche Akkumulator-Belastung der jeweiligen Grösse der Niete angepasst. Die Nietmaschine ist zudem mit hydraulischem Blechschluss bewährter Bauart versehen. Das Stemmen geschieht, — soweit dies mit Rücksicht auf die Blechstärken angängig ist — mit pneumatischen Werkzeugen. Es darf wohl gesagt werden, dass hiedurch die denkbar sorgfältigste und beste Ausführung gewährleistet ist, im Gegensatz zu den oft unzulänglichen Einrichtungen, wie sie mancherorts noch bestehen.

Der Kessel wurde anfangs Januar 1900 in Betrieb gesetzt. Soweit sich heute noch feststellen lässt, zeigte sich im Jahre 1905 im zweiten Zuge an den hintersten Rundnähten eine Anzahl undichter Stellen, welche verstemmt wurden. Grössere Undichtheiten, besonders an der zweithintersten Rundnaht, wurden im Januar 1906 und sodann im Februar 1907 beobachtet und durch Verstemmen beseitigt. Im April 1907 traten diese Undichtheiten neuerdings auf und zwar so stark, dass ein Verstemmen nicht mehr gelingen wollte, worauf die liefernde Firma beigezogen wurde. Eine nähere Untersuchung zeigte, dass an mehrern Rundnähten sowohl im innern wie im äussern

Wärmespannungen und Rissbildungen.

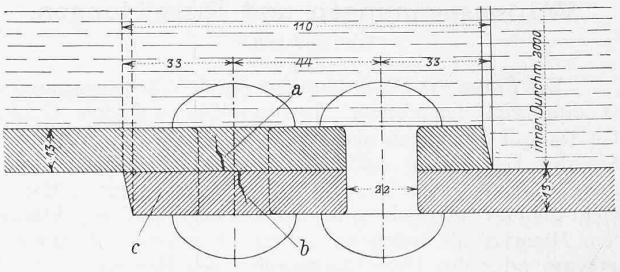

Abb. 3.

Blech sich Risse gebildet hatten, welche einen Ersatz der Kesselschale notwendig machten. Die Art der Risse, ihre Lage und ihr ganzer Verlauf liessen darauf schliessen, dass der Kessel aussergewöhnlich hohen Temperaturen ausgesetzt gewesen war. Weitere Erhebungen über den Betrieb ergaben, dass der Kessel während langer Zeit auf das äusserste angestrengt wurde und zwar bis zu einer Leistung von rund 40 *kg* Dampf per Quadratmeter Kesselheizfläche und Stunde. Dies wurde dadurch möglich, dass er an ein Kamin angeschlossen war, das mit Rücksicht auf spätere Vergrösserung der Kesselanlage sehr reichlich bemessen war. Dem angestrengten Betrieb entsprechend stand für die jeweilige Reinigung nur wenig Zeit zur Verfügung, sodass die Abkühlung und Wiederinbetriebsetzung verhältnismässig rasch erfolgen mussten. Kesselsteinbildungen an der Schale scheinen nie in sehr starkem Masse aufgetreten zu sein und dürften, soweit hierüber Aufschlüsse erhältlich waren, jeweilen nicht über 2 bis 3 *mm* Dicke erreicht haben. Die oben erwähnte Beanspruchung während des Betriebes ist annähernd das Doppelte der normalen Leistung eines derartigen Kessels und bedingt naturgemäss ein entsprechend erhöhtes Temperaturgefälle zwischen Rauchgasen und Kesselheizfläche. Da aber eine entsprechende Steigerung der Gas-Temperaturen im Flammrohr nicht denkbar ist, so müssen insbesondere die Temperaturen am

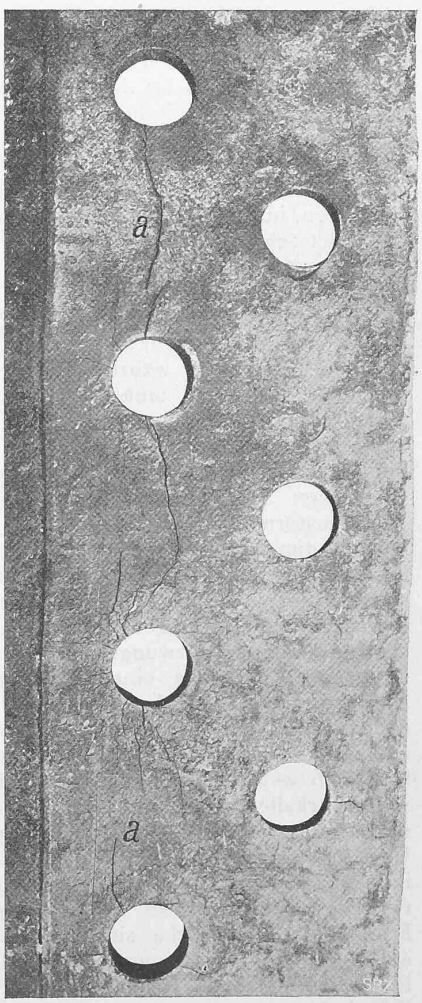

Abb. 4.

[1]) Es mag hier bemerkt werden, dass die in Zürich bestimmten Werte der Zugfestigkeit öfters in ähnlicher Weise, wie im vorliegenden Falle, von den Werten der Walzwerk-Proben abweichen.

Kesselmantel im Verhältnis zu denjenigen bei normaler Beanspruchung ganz ausserordentlich hoch gewesen sein und man wird kaum fehlgreifen, wenn man die Temperaturen im Anfang des zweiten Zuges auf etwa 800 bis 900° C beziffert.

Abb. 3 stellt einen Schnitt durch die Rundnaht in ungefähr $^1/_2$ der natürlichen Grösse dar. Die Nietteilung im Umfange beträgt 85 *mm*; die beiden Nietreihen sind gleichmässig gegeneinander versetzt. Es sind im ganzen dreierlei typische Risse zu unterscheiden und zwar:

Querrisse a im innern Blechschuss, in der innern Nietreihe desselben, von der äussern Seite her beginnend.

Querrisse b im äussern Blechschuss, in der äussern Nietreihe desselben, von der innern Seite her beginnend.

Längsrisse c im äussern Blechschuss, von den Nietlöchern der äussern Nietreihe zum Rande laufend.

Die Abbildungen 4 und 5 sind typische Bilder dieser Risse und zwar zeigt Abb. 4 die Risse *a* des innern Blechschusses von aussen gesehen, Abb. 5 die Risse *b* des äussern Schusses von innen gesehen.[1]) Die Risse *a* und *b* gehen an keiner Stelle durch den ganzen Querschnitt hindurch; die Risse *c* dagegen sind durchlaufend.

Es ist ohne weiteres klar, dass derartige Risse nicht den Spannungen durch den innern Kesseldruck zugeschrieben werden können; zudem zeigen die (im Oberzug liegenden) Längsnähte, deren Beanspruchungen beträchtlich grösser sind, nicht die mindesten Beschädigungen. Ebensowenig kann an gewöhnliche Heiss- oder Härterisse gedacht werden, wie solche da auftreten, wo durch rasche Abkühlung der Oberfläche die äussere Materialschicht schnell zusammenschrumpft, während die tiefer liegenden Schichten nicht rasch genug zu folgen vermögen, sodass die gespannte Aussenhaut schliesslich platzt. Eine derartige Ursache erscheint hier schon deshalb ausgeschlossen, weil die Risse an den einander zugekehrten Blechflächen ihren Anfang nehmen, wo die Möglichkeit einer raschen örtlichen Abkühlung nicht vorliegt.

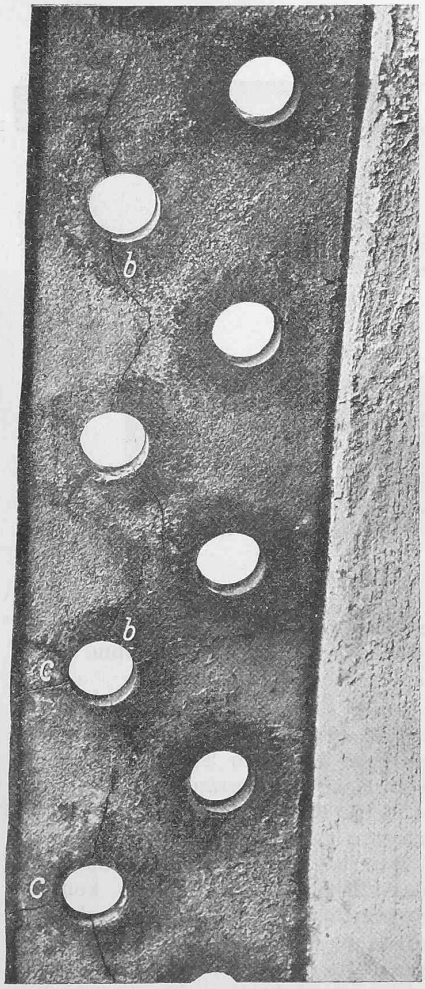

Abb. 5.

Versucht man sich zunächst ein Bild darüber zu machen, wie sich die Temperatur-Verteilung in der Naht gestaltet, so gelangt man etwa zum Bilde Abbildung 6, wobei die Stärke des Tones die Höhe der Temperatur versinnlicht. Die in das äussere Blech eintretende Wärme fliesst zum teil durch den eigenen Blechquerschnitt nach rechts ab, zum teil überträgt sie sich durch das innere Blech, wobei aber ein erheblicher Uebergangswiderstand in Betracht kommt. Demgemäss findet eine Wärmestauung statt, wie in der Abbildung 6 angedeutet. Anderseits ist die Temperatur des innern Bleches der Naht tiefer als diejenige des übrigen Bleches, weil dieses innere Blech von einer geringern Wärmemenge durchflossen wird und vom überliegenden äussern Blech gewissermassen geschützt ist.

Betrachten wir nun die Wirkung dieser Temperaturzustände etwas genauer, so liegt die Analogie mit dem doppelwandigen Zylinder, Abbildung 1, sehr nahe. Den beiden Zylindern jener Abbildung entsprechen hier die beiden ineinander geschobenen Blechzylinder, den festen Endverbindungen die beiden Nietreihen. Das äussere Blech der Naht findet sich in dem Bestreben, sich auszudehnen, gehemmt. In der Längsrichtung ist es durch die beiden Nietreihen festgehalten, in der Querrichtung (Bestreben nach Vergrösserung des Umfanges bezw. Durchmessers) ebenfalls durch die Nietung gehindert. Das Ausdehnungsbestreben des äussern Bleches äussert sich somit als Längsschub auf die Nieten, als Zugwirkung im innern Blech und als Druckbeanspruchung des äussern Bleches selbst. Am stärksten treten diese Kräfte offenbar an den einander zugewendeten Blechoberflächen auf. Für die Stärke des Schubes spricht die Tatsache, dass die Nietlöcher in der Längsrichtung des Kessels ganz merklich oval gedrückt sind.

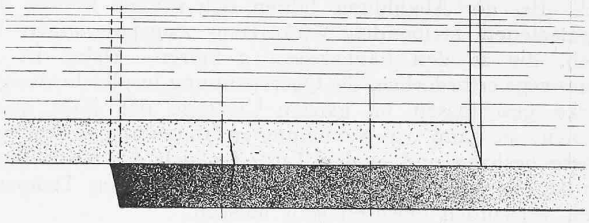
Abb. 6.

Es ist unmöglich, ein ziffermässiges Bild über die Stärke der auftretenden Kräfte zu gewinnen, solange nicht sichere Temperaturmessungen vorliegen oder die verschiedenen Wärmeübergangs-Koeffizienten[1]) genau bestimmt und die Festigkeitseigenschaften des Flusseisens bei den in Betracht kommenden Temperaturen in allen Teilen klargestellt sind. Immerhin kann man über die Grössenordnung der Kräfte gewisse Anhaltspunkte durch folgende Ueberlegung gewinnen. Nehmen wir auf Grund bisheriger Versuche in der in Betracht kommenden Temperaturlage zwischen 200 und 400° C etwa 1500 kg/cm^2 als mittlere Elastizitätsgrenze des Materials für Zug- und Druck-Beanspruchung an, so beträgt bei einem Elastizitätsmodul von 2 000 000 *kg* die Dehnung bezw. die Verkürzung an der Elastizitätsgrenze etwa 0,00075 der Länge. Die Summe der Dehnung und der Verkürzung (also 0,0015 der Länge) ist gleichzusetzen der linearen Ausdehnung durch den Temperaturunterschied. Da nun der Ausdehnungs-Koeffizient des Flusseisens in der obenerwähnten Temperaturlage etwa 0,0015 der Länge für 100° C beträgt, so ergibt sich, dass der Temperaturunterschied von 100° C gerade hinreicht, die beiden Bleche wechselseitig bis zur Elastizitätsgrenze auf Zug und Druck zu beanspruchen. (Die Beanspruchung durch den innern Kesseldruck ist hiebei unberücksichtigt gelassen.) Ein höherer Temperaturunterschied bewirkt eine entsprechende Ueberschreitung der Elastizitätsgrenzen und eine oftmalige Wiederholung des Vorganges ist ohne Zweifel geeignet, die Rissbildung allmählich herbeizuführen und zwar zunächst diejenige im innern Blech, welches auf Zug beansprucht wurde; das äussere Blech erfährt gleichzeitig durch Stauchung eine Verkürzung in der Längsrichtung. Tritt nun Abkühlung ein, so wird die verkürzte äussere Partie durch

[1]) Die starken Stemmränder rühren vom nachträglichen Stemmen durch ungeübte Hand her.

[1]) Vergl. hiezu u. A. die neueste Arbeit von Eberle-München, Protokoll der 36. Delegierten- und Ingenieur-Versammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine zu Mailand 1906. Kommissionsverlag Boysen & Maasch. Hamburg.

die gereckte innere Partie in der freien Schwindung gehemmt und es treten in der Nietverbindung Spannungen im umgekehrten Sinne ein, welche die Risse *b* hervorrufen. Die ganze Nietverbindung ist also fortwährend wechselnden Zerrungen unterworfen, bei denen sich die Anrisse mehr und mehr vertiefen.

Aehnlich liegen die Verhältnisse mit Bezug auf die Querspannungen. Beim warmen Kessel tritt Druckwirkung und Stauchung im äussern Blech in der Richtung des Umfanges ein, da die freie Ausdehnung durch die Nietung gehemmt ist. Die Nieten werden hiebei auf Zug beansprucht und es hat sich eine Anzahl abgesprengter Nietköpfe vorgefunden, die ohne Zweifel hierauf zurückzuführen sind. Bei der Abkühlung bilden sich sodann infolge der eingetretenen bleibenden Verkürzung Zugspannungen im Blech, die zu den Längsrissen *c* führen. Dabei ist es keineswegs erforderlich, die Querspannung in gleichmässiger Stärke geschlossen im ganzen Umfange der Naht anzunehmen; sie kann von Nietteilung zu Nietteilung wechselnde Grösse besitzen und in der Tat zeigt sich die Rissbildung nur da, wo nach Lage der Dinge die höchsten Temperaturen vorhanden gewesen sein müssen.

Es ist nun von hohem Interesse, die Eigenschaften des Materials in der Nähe der Risstellen nach mehr als siebenjährigem Betriebe genau zu prüfen und mit den ursprünglichen Eigenschaften zu vergleichen. Sowohl die innern, wie die äussern Bleche wurden zu diesem Zweck eingehenden Proben unterworfen. Abbildung 7 zeigt eine Risspartie des äussern Bleches, welche kalt herausgeschnitten und gewaltsam geöffnet wurde. In den Querrissen sind die alten und die neuen Bruchflächen erkennbar. Noch deutlicher lassen sich dieselben in Abbildung 8 erkennen, aus der auch das homogene, feinkörnige Gefüge der frischen Bruchfläche ersichtlich ist. Abbildung 9 zeigt

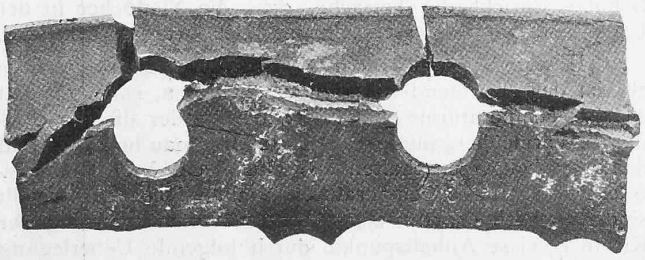

Abb. 7.

Abb. 8.

einen Materialschliff mit Risstelle, der seitens der Materialprüfungsanstalt in Zürich zum Zwecke der metallographischen Untersuchung angefertigt worden ist. Die Prüfungsanstalt bezeichnet das Gefüge der Schnittfläche auf die ganze Dicke als ein bemerkenswert homogenes und fügt bei, dass Saigerungsstreifen nur sehr schwach ausgeprägt seien. Die Struktur der Bruchflächen vorgenommener Schlagbiegeproben wird als feinkörnig kristallinisch-glänzend bezeichnet.

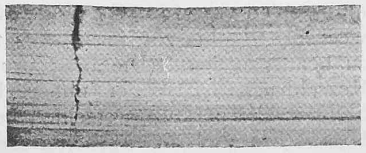

Abb. 9.

Den beiden Blechschüssen wurden ferner in unmittelbarer Nähe der Risstellen Zerreisstäbe entnommen, wobei die in der Rundung des Bleches liegenden Stäbe auf kaltem Wege sorgfältig gerade gerichtet wurden. Die in der Materialprüfungsanstalt in Zürich vorgenommenen Zerreissproben ergaben für:

Zerreisstäbe in der Walzrichtung des Bleches liegend (Mittelwerte aus vier Proben):

Streckgrenze	2090	kg/cm^2
Zugfestigkeit	3380	„ [1]
Kontraktion	66	%
Dehnung	27,2	%

Zerreisstäbe in der Querrichtung entnommen ergaben als Mittelwerte:

Streckgrenze	2430	kg/cm^2
Zugfestigkeit	3310	„ „ [1]
Kontraktion	61	%
Dehnung	30,0	%.

Sämtliche Bruchflächen werden als feinsehnig bezeichnet.

Ein Vergleich mit den Zerreissproben des Materials im ursprünglichen Zustande zeigt keine sehr erheblichen Abweichungen; die ziffermässigen Unterschiede liegen im wesentlichen innerhalb der Grenzen dessen, was bei einer grösseren Anzahl von Proben meistens zu erwarten ist.

Die Bleche wurden ferner der Reihe nach sämtlichen Proben der Würzburger-Normen unterworfen, nämlich der Warmbiegeprobe, Hartbiegeprobe (Abb. 10), Schmiedeprobe und Lochprobe (Abb. 11). Allen diesen Proben haben die Bleche ohne Ausnahme in einwandfreier Weise genügt. Abbildung 12 zeigt ein in der Naht zwischen zwei Nietlöchern nachträglich angebrachtes Loch, das auf 22 *mm* Durchmesser (gleich dem Nietlochdurchmesser)

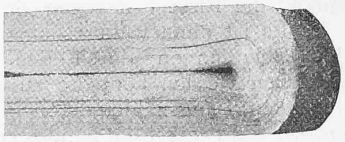

Abb. 10.

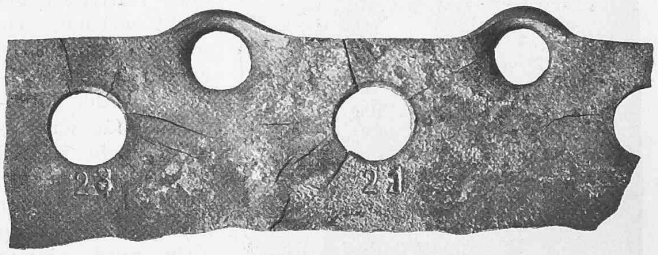

Abb. 11.

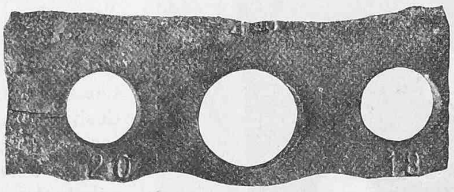

Abb. 12.

gebohrt und im kalten Zustande durch konischen Dorn auf 30 *mm* Durchmesser ausgeweitet wurde, ohne dass sich der geringste Riss gezeigt hätte.

Das Material hat somit seine ursprünglichen Eigenschaften in jeder Hinsicht bewahrt. Trotzdem hat das Blech Risse erlitten und zwar selbst an Stellen, an denen nachweislich aussergewöhnliche Temperaturen nicht auftreten konnten (inneres Blech, Risse *a*), wo also auf Grund der Bach'schen Versuche[2]) mit Bestimmtheit vorausgesetzt werden darf, dass das Material bei der Betriebstemperatur an Zähigkeit nicht wesentlich eingebüsst haben konnte. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass bei oft wiederholten Spannungswechseln ein Ueberschreiten der Elastizitätsgrenze zur Rissbildung genügt, ohne dass selbst die grösste Zähigkeit diese zu hindern vermöchte.

Frägt man sich nun zum Schlusse, wie solchen Erscheinungen vorgebeugt werden könne, so muss in allererster Linie betont werden, dass ein derartiger Kessel nicht in einer Weise angestrengt und andauernd betrieben werden darf, wie dies im vorliegenden Fall geschah. In der über-

[1]) Vergleiche die Fussnote auf Seite 42.

[2]) s. Zeitschrift d. V. d. I. 1904, Band 48, No. 35 und 36.

mässigen Beanspruchung ist der eigentliche Grund der aufgetretenen Schäden zu suchen, und es ergibt sich hieraus für die Kontrollbeamten Veranlassung, auf diesen Punkt ihr besonderes Augenmerk zu richten. Anderseits erhebt sich die Frage, ob es der Hüttentechnik nicht gelingen wird, Bleche zu schaffen, die den gedachten Anstrengungen besser zu widerstehen vermögen. Die vorstehenden Betrachtungen deuten darauf hin, dass eine Verbesserung vor allem im Sinne einer Höherlegung der Elastizitätsgrenze oder einer Verminderung des Elastizitätsmoduls anzustreben wäre. Eine Verminderung des Moduls wäre gleichbedeutend mit verminderter Materialbeanspruchung bei bestimmter Streckung bezw. Verkürzung.

In konstruktiver Hinsicht lässt sich die Frage aufwerfen, ob nicht die einfache Rundnaht der doppelten, rücksichtlich ihres Verhaltens im warmen Zustande vorzuziehen sei und diese Frage darf wohl — sofern den Festigkeitsanforderungen genügt wird — bejaht werden. Die Ueberdeckung der Naht wird kürzer, die Wärmestauung daher geringer; die durch zwei Nietreihen fest umfasste Mittelzone kommt in Wegfall, und dadurch sind verschiedene ungünstige Momente beseitigt. Endlich weisen die Vorgänge darauf hin, dass das Stemmen der innern, wasserberührten Blechkante eine dauerndere Dichtheit erwarten lässt, als dasjenige der äussern Kante, die stärkern Temperaturschwankungen ausgesetzt ist.

Der Neubau der Schweizerischen Kredit-Anstalt in Basel.

Erbaut von Architekt *Emil Faesch* in Basel.

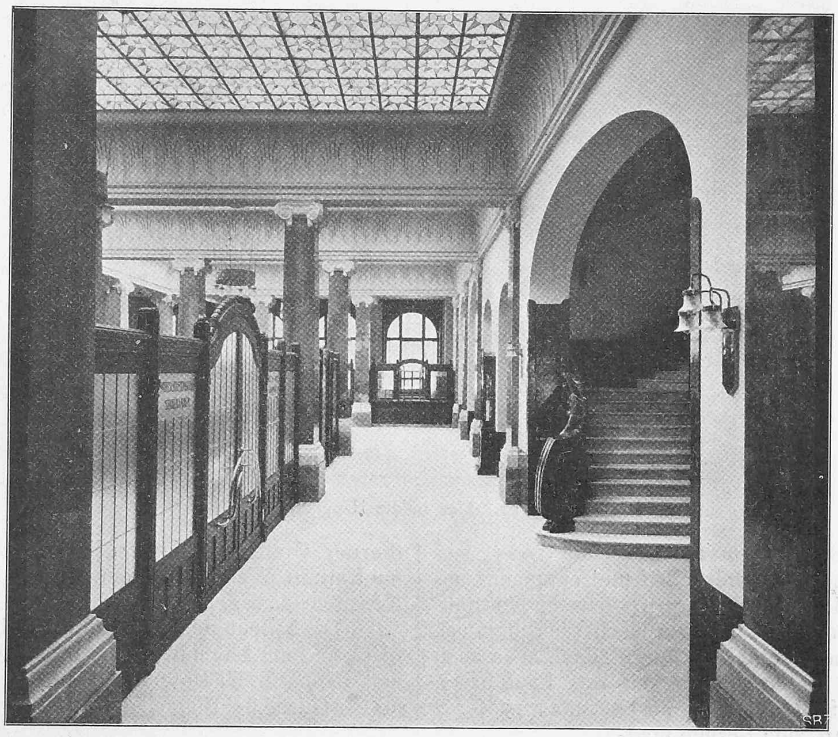

Abb. 11. Blick in den Kassenhof vom Haupteingang aus.

Der Neubau der Schweiz. Kredit-Anstalt in Basel (Freiestrasse 109).

Von Architekt *Emil Faesch* in Basel.

(Schluss.)

Beim Ausbau des gesamten Innern war der Leitgedanke massgebend, wichtige Teile durch Anwendung von echtem Material hervorzuheben; so sind die Pfeiler des Kassenhofes, die Wände und der Boden der Vorhalle, die Safe-Treppe, die Haupttreppe und das Brunnen-Becken in Marmor von vorwiegend gelber und roter Tönung mit Zwischenlagen in Carrara erstellt, alles ausgeführt von der Marmor-Industrie Pfister in Rorschach.

Im übrigen sind einfache, glatte, mattweisse Flächen belassen unter Verzicht auf weitere architektonische Wandteilung und ornamentale Stuck-Verzierungen. Sehr glücklich wirken auf dem weissen Grund Einlagen in Glas-Gold-Mosaik in gewählter Zeichnung im Vorhallen- und Treppenhaus-Plafond, in der „Voute" des Kassenhofes und in der Brunnen-Nische. Dadurch werden diese Raumteile zu einheitlicher Stimmung geführt und in besonders günstige Harmonie zu der kassettierten Glasdecke des Kassenhofes gebracht, die nach Angaben und unter der Leitung von Herrn Prof. *Carl Ule* in Karlsruhe mit grosser Gewandtheit und in sorgfältiger Anpassung an die gegebene Architektur ausgeführt worden ist.

Was die verwendeten *Konstruktionen* anlangt, sind der gesamte tragende Einbau, alle Stützen (mit Ausnahme der Kassenhofpfeiler) und sämtliche Gebälke bis zum Dachboden von Alb. Buss & Co. A.-G. in Eisen-Konstruktion erstellt. Die Tresor-Anlage wurde allseitig armiert durch reichliche Einlagen grossprofiliger Schienen in sehr sattem Zementbeton und durch zwischen die Plafondträger eingelegte starke Eisenplatten. Die Tresor-Wände bilden die Fundamente für die Stützen der Mauern des grossen Lichthofs.

Sämtliches Mauerwerk ist in Backstein, die Fundamente und Decken sind in Beton, die Steinhauerarbeiten an der Luftgässlein- und an der Hof-Fassade in Savonnière durch das Baugeschäft La Roche, Stähelin & Co. in Basel ausgeführt worden. Die Hauptfassade in Messangère (Vogesen-Kalkstein) wurde durch die Basler Baugesellschaft erstellt. Die Haupttreppe, durch die Basler Firma Betz & Co. in armiertem Beton ausgeführt, erhielt an Stufen und Wangen eine Verkleidung mit Marmor und trägt eine massive Marmorbrüstung. Das Dachdekkungs-Material (Nasen-Ziegel) lieferte die Aktien-Ziegelei Allschwil.

Die *Warmwasserheizung* von J. Ruckstuhl wurde mit Warmluftheizung für das Erdgeschoss und die Tresors kombiniert, zu welchem Zwecke eine mit Ventilator und Filter verbundene Heizkammer an der Hofseite angelegt ist. Diese Filteranlage ist auch im Sommer zur Frischlufteinführung im Betrieb. Zur Ventilation der Erdgeschossräume bezw. des Kassenhofes dient eine in der Glasdecke eingebaute Luftturbine. Weitere Absaug-Ventilatoren, die sämtlich von der Firma G. Meidinger & Co. in Basel ausgeführt worden sind, erhielten die Tresor-Anlage, sowie die Nebenräume, Garderoben und Klosetts.

Die durch die Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft ausgeführte *Lichtanlage* umfasst 368 Glühlampen. Der Personen-Aufzug und sechs Brief-Aufzüge sind von J. Rüegger in Basel erstellt, die gesamte Telephon-Anlage mit Zentrale, sowie das Läutewerk von Fritz Faesch in Basel, die Uhrenanlagen von der Magneta A.-G. in Zürich.

Nach dem Luftgässlein schliesst die Liegenschaft neben einer kleinen Gartenanlage mit altem Baumbestand mit einem *Nebengebäude* ab, dem wiederhergestellten letzten Rest des alten Kettenhof-Nebengebäudes, das heute als Abwart-Wohnung und Automobil-Garage benutzt wird.

Wie die Architektur des Baues zeigt auch das *Mobiliar* der mit Korklinoleum belegten oder mit Plättliböden aus Embracher und Mettlacher Material versehenen Räume möglichst einfache Zweckformen; an ihrer Lieferung beteiligten sich in der Hauptsache die Firmen Fränkel, Völlmy & Co., H. Wagner & Co., A.-G. in Basel und Furtwängler A.-G. in Zürich.