

Hieraus würde sich ergeben, dass im Beginn der Einschnürung die Mittelfaser die geringste Beanspruchung [kleiner als σ] erfährt, dass an der Stelle, wo die Fasern ihre Wendetangente haben, die Spannung der Mittelfaser gleich σ ist, und dass im mittleren Theil der Einschnürung, wegen der Umkehr der Richtung der Komponente p' , die Spannung der Mittelfaser grösser als σ wird, dass also der Bruch von der Mittelfaser aus erfolgen muss.

115. Die Thatsache dieser Erscheinung kann man an Stäben mit rechteckigem Querschnitt ganz leicht beobachten, wenn man die Bruchenden wieder an einander zu fügen versucht. Stark eingeschnürte Stäbe werden in der Mitte stets mehr oder weniger auseinander klaffen. [Unter Anderen bildete Gollner (Technische Blätter 1892) solche Stäbe ab.]

Howard fand (*L 125*) nach einem Bericht von Ledebur, dass bei Stäben mit grosser Querschnittsverminderung, welche in hoher Temperatur geprüft wurden, sich feststellen liess, dass der Bruch nicht plötzlich erfolgt war, sondern in der Mitte des Querschnittes begonnen und von hier aus bis zum Rande sich fortgesetzt hatte. Als man einen Versuch bei etwa 800 C^0 unterbrach, nachdem die Querschnittsverringerung 94% erreicht hatte, und dann den Rand wegfeilte, zeigte sich im Innern der zusammengeschnürten Stelle ein Hohlraum.

116. Ueber die Spannungsvertheilung kann man sich ebenfalls durch den Versuch einen Ueberblick verschaffen, wenn man den Stab, wie das von vielen Autoren ausgeführt worden ist, mit einem Liniennetz oder mit Kreisen versieht und deren Formänderung während des Versuches oder nach dem Bruch studirt. Man wird dann finden, dass die Linien ursprünglich gleichen Abstandes nach dem Bruch solche Formänderungen erfahren haben, dass neben der Bruchstelle (Fig. 67) der Abstand $a_1 a_1 < a' a'_1$ [ohne die Rissbreite verstanden], während in den folgenden Stabtheilen umgekehrt $ab > a'b'$ ist, was also ganz unserer Ableitung entsprechen würde. Unter Anderem findet man derartige mit Netzen versehene Bruchstücke bei Barba (*L 118*, Taf. 6) abgebildet und in dem genannten Aufsatz eingehend erläutert.

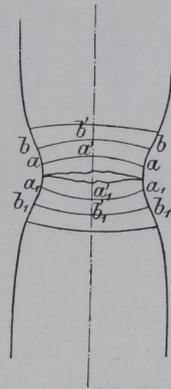


Fig. 67.

6. Bruchformen.

Zugversuch.

117. Von besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der Güte und technischen Verwendungsfähigkeit eines Materials sind oft die Erscheinungen an den frischen Bruchflächen. Daher ist in die Aufzeichnungen über den Verlauf des Zerreißversuches regelmässig auch eine möglichst leicht verständliche Beschreibung der Bruchformen und Bruchflächen aufzunehmen. Wenn es auch nicht möglich ist, hier die typischen Formen für alle Materialien zu beschreiben, so muss doch auf die wichtigsten Erscheinungen bei den Metallen eingegangen werden, weil sie uns wieder einen Schritt weiter in der Erkennung der Spannungsvertheilung im Probestabe führen werden, und ganz besonders um die Nothwendigkeit und den Nutzen für eine einheitliche Bezeichnungsweise darzuthun.

Da ein Theil der Brucherscheinungen nicht als besondere Eigenthümlichkeit des Materiales an sich aufgefasst werden kann, vielmehr der Art und Weise, wie der Bruch erzeugt wurde, oder der zufälligen äusseren Form des Probestückes zugeschrieben werden muss, so soll an dieser Stelle besonders über den letzteren Theil gesprochen werden, während die durch besondere Materialeigenthümlichkeiten bedingten Bruchformen später zu behandeln sind.

118. Die grösste Einschnürung geben sehr zähe und weiche Materialien, wie Blei, Zinn, Pech, hellglühendes Eisen u. a., die geringste Einschnürung aber die spröden Körper, wie Glas, harter Stahl, Gusseisen, Steine u. a.

Bei sehr zähen Materialien ziehen sich die Rundstäbe vollkommen zu Spitzen aus, Flachstäbe erhalten schneidenförmige Querschnitte,

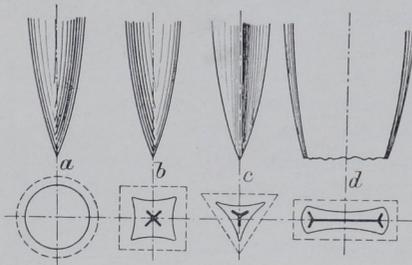


Fig. 68.

Stäbe mit dreieckigem oder quadratischem Querschnitt nehmen kreuzförmige Gestalt an, wie es in Fig. 68 in dicken schwarzen Strichen angedeutet wurde. Bei sehr spröden Körpern bemerkt man fast gar keine Aenderung der Querschnittsform; nur die Querschnittsgrösse ändert sich um ein Geringes.

Zwischen diesen beiden Endformen giebt es Uebergänge jeder Abstufung. Gewöhnlich zeigt der Bruch eines Rundstabes eine kreis-

förmige ebene Grundfläche, um welche Zacken stehen geblieben sind. Wenn der Bruch ganz vollkommen ausgebildet ist, so findet man, ausser der ebenen Grundfläche, an dem einen Bruchstücke einen rundherum laufenden hervorragenden Rand, an dem anderen einen Kegel (Fig. 69). Dieser Erscheinung entsprechen die Zacken (Fig. 70) des unvollkommenen Bruches. Sie beweisen, dass die Trennung der Theile, wenn sie ganz vollkommen ausfällt,

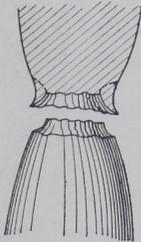


Fig. 69.

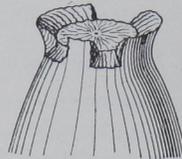


Fig. 70.

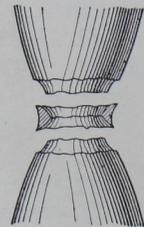


Fig. 71.

eigentlich drei Bruchstücke, nämlich zwei Kegel und einen Ring ergeben müsste (Fig. 71). Die Grundfläche hat nun, je nach den Materialeigenthümlichkeiten, einen kleineren oder grösseren Antheil an der Bruchfläche. Man findet zuweilen fast vollständige Trichter- und Kegelform (Fig. 72), zuweilen aber nur einen ganz schwachen (Fig. 73), oft kaum sichtbaren Rand an der ebenen Bruchfläche. Diese Erscheinung wird als Trichterbildung [wobei der Kegel als selbstverständlich zugehörig betrachtet wird] und als Rand-

bildung oder Bruchrand bezeichnet; man sagt auch wohl: Trichter mit ebenem Grund (Taf. 2, Fig. 9. 10), wenn die Trichterfläche den grösseren Antheil an der Bruchfläche hat, oder Bruchfläche eben, mit Rand, wenn die ebene Grundfläche vorherrscht. Rand zackig (Taf. 2, Fig. 18) schreibt man in beiden Fällen, wenn der Rand theils an dem einen, theils an dem anderen Bruchstück sitzt. Es kommt auch wohl vor, dass die eine

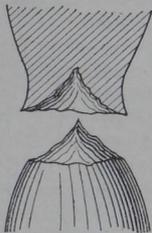


Fig. 72.

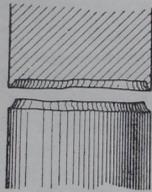


Fig. 73.



Fig. 74.

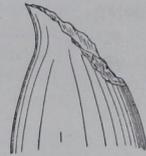


Fig. 75.

Hälfte des Randes an dem einen, die andere Hälfte an dem anderen Bruchstück sitzt (Fig. 74) und dass gleichzeitig die Grundfläche nur klein ausfällt. Dann ist der Charakter der Trichterbildung fast verschwunden und auf den ersten Blick oft kaum noch zu erkennen (Fig. 75).

119. Dies tritt namentlich bei Flachstäben leicht ein, bei denen übrigens die Trichterbildung (Taf. 2, Fig. 1—8) ebenso scharf ausgesprochen vorkommt, wie bei den Rundstäben, nur sind die Formen ein wenig anders (Fig. 76). Die ebenen, einwärts gekrümmten Langseiten und bei Ueber-

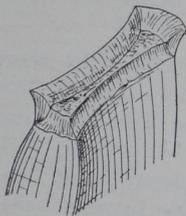


Fig. 76.

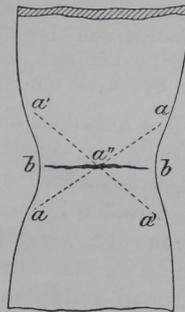


Fig. 77.

schreitung eines bestimmten Verhältnisses von Breite zur Stabdicke, auswärts gekrümmten Schmalseiten entsprechen den äusseren Umgrenzungen des Bruchquerschnittes und der in Fig. 68 d gegebenen Endform für weiche Körper.

Auf eine andere Eigenthümlichkeit der Einschnürung an Flachstäben muss übrigens noch aufmerksam gemacht werden. Bei stark einschnürendem Material bildet sich nämlich das sogenannte Einschnürungskreuz derart, dass die Dicke in den beiden punktirten Linien *aa* und *a'a'* (Fig. 77) am geringsten ist; sie ist also in den Punkten *a* kleiner als in den Punkten *b*.

Auch auf Flachstäbe wendet man die vorhin bereits benutzten Bezeichnungsweisen an. Sitzt die eine Hälfte des Randes am einen, und die

andere am andern Bruchstück (Fig. 76), so pflegt man zu sagen Bruch schief zur Axe [des Stabes], obwohl dies streng genommen nicht geschehen sollte, weil diese Bezeichnungsweise die Vorstellung erwecken kann, als ob hier eine besondere Erscheinung vorliegt, während man es mit einer ganz regelrechten Trichterbildung auch dann zu thun hat, wenn die ebene Grundfläche kaum noch zu erkennen ist.

a. In den vorausgehenden Absätzen 101 bis 104 und 106 bis 110 ist schon mehrfach darauf hingewiesen, dass die Spannungsvertheilung in einem auf Zerreißen beanspruchten Probestabe keine einfache sein kann. Dies erkennt man bei aufmerksamer Betrachtung leicht auch aus den gesetzmässigen Erscheinungen an den Brüchen und auf den Bruchflächen. Von den Köpfen ausgehend und mit ihrer Spitze gegen die Stabmitte gekehrt, geben, in einem Rundstabe aus durchweg gleichartigem Material, Kegel- oder Trichterflächen die Flächen grösster Schubspannung an. Diese Kegel liegen von den Köpfen ausgehend mit ihren Spitzen in den Stabaxen, sich gegenseitig durchdringend, wie es in Fig. 78 angedeutet ist.

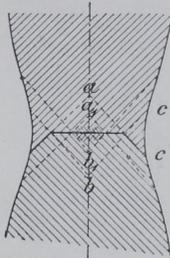


Fig. 78.

b. Kirsch unternahm es in den früher schon angeführten Aufsätzen (*L 108*. 1889. S. 11), diese Anschauungsweise und die Trichterbildung näher zu begründen. Er versucht die durch Beobachtung feststellbare Thatsache klar zu machen, dass der Bruch in der Einschnürung von der Axe aus beginnt und sich dann zunächst über eine Kreisfläche, der ebenen Grundfläche des Trichters, fortsetzt, um darauf, den Flächen gleicher [grösster] Schubspannung folgend, die Trichterflächen zu bilden; es wird also in dem mittleren ebenen Theil die Zugfestigkeit σ und in den Kegelflächen die Schubfestigkeit τ überwunden. In welchem gegenseitigen Maass-

stabe die eine oder die andere Erscheinung eintritt, ist von den Materialeigenschaften abhängig.

Zuweilen findet man in den Bruchflächen auch die Gegenkegel ganz deutlich ausgebildet, indem von der einen Seite aus der Hauptkegel sich bildet und von der anderen Seite her sich der Gegenkegel in die Spitze des ersteren einsenkt. Ein derartiger Bruch ist auf Taf. 2 Fig. 6 und 7 abgebildet.

120. Das Aussehen der regelrechten Bruchflächen ist aber, abgesehen von der Form, auch sonst noch ganz besonders kennzeichnend für die Art der Inanspruchnahme des Probstückes, und man kann sich deswegen die charakteristischen Formen nicht scharf genug einprägen, weil man, ganz abgesehen von den eigentlichen Materialprüfungen, aus dem Bruchaussehen zerbrochener Maschinentheile häufig auf die Bruchursachen schliessen muss. Aber man sollte auch aus anderem Grunde keine Gelegenheit versäumen, die hier behandelten und namentlich die weiterhin noch zu besprechenden Erscheinungen, auf Grund von Musterstücken zu studiren, denn sie lassen sich durch Beschreibung und Zeichnung nicht vollkommen darstellen. Wo Gelegenheit zur Ausführung vieler Versuche gegeben ist, sollte man nach bestimmten Gesichtspunkten geordnete Sammlungen von allen Arten der Brucherscheinungen anlegen. Dies dürfte um so nöthiger sein, als in der Praxis recht häufig Brucherscheinungen dem Material als Ungleichartigkeit oder Ungängen zur Last gelegt werden, die durchaus nothwendige Folgen des Prüfungsvorganges, beziehentlich der Inanspruchnahme während desselben, sind und keineswegs als Fehler des Materiales gelten können.

Auf Grund solcher Sammlungen lassen sich dann leicht bestimmte einheitliche Ausdrucksweisen für die Bruchbeschreibung aufstellen, und es empfiehlt sich sehr, auch hier eine gewisse Einheitlichkeit anzustreben, da

man alsdann kürzer und allgemeinverständlicher sein kann. Eine gute und wirklich werthvolle Bruchbeschreibung zu geben, ist keineswegs leicht, und deswegen wurde beispielsweise für die Charlottenburger Versuchsanstalt nicht nur eine wohl geordnete Sammlung von Bruchstücken angelegt, sondern es wurden mit Rücksicht auf das häufig wechselnde Personal auch besondere Regeln für die Bruchbeschreibung aufgestellt (L 122, S. 22 und Vorbemerkungen zu den Tabellen). Hiernach ist die Reihenfolge: Farbe, Korn, Glanz, Gefüge, Bruchform, Fehler innezuhalten und als Hauptausdrucksweisen sind die im vorausgehenden und in den folgenden Absätzen gesperrt gedruckten Bezeichnungen gebräuchlich.

121. Der Grund der Bruchfläche [bei Metallen] kann mehr oder weniger eben sein. Ist er uneben, so pflegt er zugleich ein mattes Aussehen zu haben. Dieses ist, abgesehen von etwaigen besonderen Materialeigenschaften, meistens dadurch entstanden, dass sich in der Fläche äusserst zahlreiche kleine Trichter (Fig. 79) bildeten. Hat das Material an sich krystallinisches Gefüge, wie z. B. Stahl, Flusseisen u. a. m., so erscheint der Grund krystallinisch, und zwar in der Regel in der Mitte matter als nach dem Rande zu, wo sich häufig auch bei sonst matter Fläche [bei Flusseisen u. s. w.] glänzende Punkte finden. Der dunklere Kern in der Mitte ist oft ziemlich scharf abgegrenzt. Man bezeichnet diese Erscheinungen in den Bruchbeschreibungen zweckmässig mit: Grundfläche matt, oder

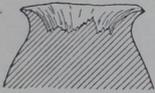


Fig. 79.

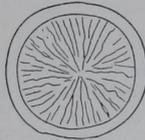


Fig. 80.

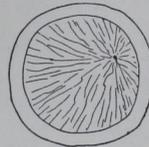


Fig. 81.

krystallinisch-glänzend, mit mattem oder dunklerem Kern u. s. w. Taf. 2, Fig. 11, 12, 15—17 zeigen derartige Brüche.

122. Die Trichterflächen [Randflächen] haben immer eine mehr oder minder rauhe, zackige, stets etwas glänzende Fläche; ein Aussehen, wie es später als den beim Scheerversuch gewonnenen Bruchflächen eigenthümlich erkannt werden wird.

Sehr häufig bemerkt man auf der Grundfläche feinere oder gröbere, meist radiale Strahlen (Fig. 80), die ebenfalls eine Folge der Vorgänge beim Zerreißversuch sind, und deren Ursache erst später erklärt werden kann; hier sei nur auf Folgendes aufmerksam gemacht. Die Strahlen laufen nicht immer in der Mitte der Fläche zusammen; sie strahlen zuweilen auch von einem seitlich gelegenen Punkte aus, Fig. 81 (Taf. 2, Fig. 14). In diesem Falle wird man bei aufmerksamer Untersuchung des Bruchstückes in dem Strahlungspunkte fast immer eine Fehlstelle im Materiale entdecken, die die Ursache für das Eintreten des Bruches im gegebenen Stabquerschnitte war. Die Strahlung geht immer von der Stelle aus, in welcher der Bruch zuerst eintrat. In der Charlottenburger Anstalt wurden aus diesem Grunde die Erscheinungen Bruchlinien (Taf. 2, Fig. 11, 14, 16, 18 u. 19) benannt.

Eine andere Erscheinung, deren Ursache noch nicht genau erkannt ist, stellt sich, wie in Fig. 82 gezeichnet, als ebenfalls radial verlaufende

Erhöhungen dar, von denen die eine Fläche in der Regel senkrecht, die andere geneigt zur Grundfläche steht (Taf. 2, Fig. 13). Diese Strahlen pflegte man bisher als grobe Bruchlinien zu bezeichnen.

a. Diese zuletzt genannten Vorkommnisse, die besonders stark ausgeprägten Kernbildungen und andere Erscheinungen, pflegt man in der Praxis häufig als Materialfehler zu betrachten. Man muss hiermit indessen vorsichtig zu Werke gehen; sie sind meistens Eigenthümlichkeiten, die durch den regelmässigen Gefügebau bedingt sind. Das wird man leicht erkennen, wenn man an der Hand einer nach den Brucherscheinungen geordneten Sammlung sich unterrichtet. Hierbei wird sich ergeben, dass die Bruchlinien und Kernbildungen sich z. B. in einem Rundstabe genau ebenso symmetrisch zur Stabmittellinie entwickeln, wenn man die Probe aus dem Rande eines grossen Körpers herausschneidet, als wenn man sie aus einem Rundstabe entnimmt, der aus einem grossen ausgewalzten Block entstammt. Im letzteren Falle könnte man sich ja denken, dass namentlich die groben Bruchlinien (Fig. 82) nichts weiter seien, als die Ueberbleibsel der Blasenzone im Blockquerschnitt. Denn wenn ein solcher mit einem Ring von Blasen behafteter Stahlblock (Querschnitt Fig. 83) zum Rundstabe ausgewalzt wird,



Fig. 82.

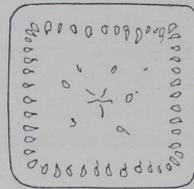


Fig. 83.

so werden hierbei die Blasen nach der Walzrichtung gestreckt, ihre Wandungen flach gedrückt, und diese flachgedrückten Wandungen können sich im radialen Sinne symmetrisch zur Stabaxe einstellen. Beim Bruch solcher blasiger Stäbe erhält man dann auch scharf begrenzte, senkrecht zur Bruchebene stehende (Spalt-) Flächen. Es fehlen dann aber meistens die daran anstossenden schrägen Flächen. In der Regel wird man die durch die Blasen erzeugten Linien und Flächen von dem, was oben als grobe Bruchlinien bezeichnet wurde, leicht unterscheiden können.

b. Kirsch (*L 108*. 1889 S. 15) glaubt die groben Bruchlinien wie folgt erklären zu können, er sagt:

„Ist das Material sehr gleichmässig, wie ausgeglühtes Flusseisen oder Kupfer, so können sich die elementaren Trichter [K. nimmt an, dass die ebene Grundfläche des Bruches unter Umständen aus lauter neben einander liegenden elementaren Trichtern gebildet ist (*121*)] in sehr verschiedener Weise zu ganzen schrägen Trennungsfächen gruppieren. Es giebt neben dem Flächenelement einer Trichterfläche in jedem Punkt derselben noch zwei Flächenelemente, welche die gleiche Schubspannung haben und sowohl zu einander, als auch zu dem Trichterelement senkrecht stehen; die Gesammtheit dieser Flächenelemente bildet zwei Schaaeren von Schraubenregelflächen, die dem Stabe coaxial sind und die Staboberfläche in Schraubenlinien schneiden. Diese Schraubenlinien kommen bei Festigkeitsversuchen vielfach zum Ausdruck. In Taf. 2 Fig. 24 ist das Bruchende eines Kupferstabes abgebildet, welches deutlich neben der auf der einen Seite der Bruchstelle zum Ausdruck gekommenen Doppeltrichterbildung zwei solche schraubige Flächen, sogar ein bedeutendes Stück in den Stab hinein fortgesetzt, als Trennungsfächen besitzt.¹⁾ Die in Taf. 2 Fig. 13 abgebildete Bruchfläche von Flusseisen zeigt diese Schraubenflächen an ihren Ausmündungen und in ihrer radialen Anordnung gleichfalls sehr deutlich;²⁾ solche Brüche zeigen regelmässig auch noch Trennungsebenen, welche durch die Stabmittellinie radial verlaufen.“

¹⁾ Die eine Linie zog ich mit der Reissnadel, soweit als sie deutlich erkennbar war, etwas nach, weil sonst nicht beide Risse zu gleicher Zeit sich photographiren liessen.

²⁾ Kirsch meint die schrägen („schraubigen Flächen“), die weiter oben Fig. 82 als grobe Bruchlinien bezeichnet wurden.

123. Abgesehen von den besprochenen Erscheinungen, die gleich nach Ueberschreiten der Fliessgrenze an der Oberfläche von Metallstäben gleichmässigen Gefüges auftreten und abgesehen von der Krispelung, Runzelung, Knitterung u. s. w. (106) kommen häufig, z. B. bei Stahl, Eisen u. a., ganz regelmässig in Reihen angeordnete Querrisse vor, deren Auftreten wieder einen Beleg für die vorhin entwickelten Anschauungen über Kegel- und Trichterbildungen geben und deswegen hier kurz angeführt seien. Diese Erscheinungen, in Charlottenburg Längsnähte genannt, sind in Fig. 84 (und Taf. 1, Fig. 2, 4 u. 8) dargestellt. In meinem Bericht über Versuche mit Eisenbahnmaterialien (*L 122*, S. 23 u. f.) sagte ich hierüber:

124. „Wenn in einem Stahlblock eine harte Stelle, hartes Korn, Härteknoten u. s. w. vorhanden ist, so wird sie beim Walzen in die Länge gestreckt und eine zur Schienenachse gleichlaufende Faser bilden. Sind die Härteunterschiede gross, so wird die Schiene schon beim Walzen unganze Stellen erhalten, sind sie hingegen gering, so wird man diese harten Adern in der Regel kaum bemerken, auch nicht auf den Schnittflächen

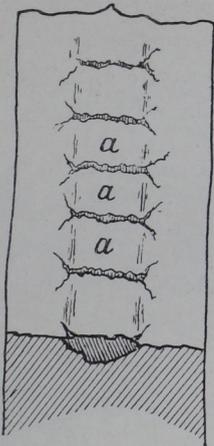


Fig. 84.

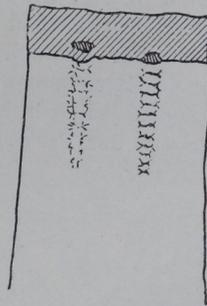


Fig. 84a.

der Schienen. Beim ZerreiBversuch treten sie aber unverkennbar auch dann hervor, wenn sie noch mehrere Millimeter unter der Staboberfläche liegen. Während des Fliessens sieht man die Härteadern oder das Material über denselben anquellen. Die Ader tritt, wenn auch nur äusserst wenig, aus der Oberfläche heraus [vergl. Querschnitt in Fig. 84]. Dies ist eine nothwendige Folge der grösseren Härte, welche veranlasst, dass das Material der Adern schwerer fliesst als die weiche Hauptmasse; die Querschnittsverminderung der harten Theile ist eine geringere als diejenige der weichen; das harte Material hat eine geringere Dehnbarkeit als das weiche. Die Folge dieser Eigenschaften ist eine ungleichmässige Spannungsvertheilung. Das harte Material ist hierbei stärker beansprucht als das weiche, weil es den Massenbewegungen des weichen Theiles nicht folgen kann.“ In der Ader treten alsdann Querrisse ein, die in ganz bestimmten Abständen auf einander folgen müssen, deren Grösse durch die Festigkeitsverhältnisse der harten Adern zum weichen Material und durch die Grösse der Reibung in der Berührungsfäche zwischen den beiden Materialien gegeben ist, wie es Kirsch in seiner Besprechung dieser Erscheinungen (*L 108*,

1888, S. 44 u. 45) folgendermaassen entwickelte: „Aber auch das weiche Material wird in dem Augenblick des Entstehens dieser Risse durch die nunmehr schnell eintretende Bewegung örtlich überanstrengt; es bilden sich kurze Trennungsfugen nach den Kegelflächen gleicher Schubspannung. Da diese Kegel die Staboberfläche in regelmässiger Aufeinanderfolge durchkreuzen, so gewinnt das Oberflächenaussehen den in Fig. 84 gezeichneten Ausdruck. Das Auftreten der Querrisse hört man oft beim ZerreiBversuch als knisternendes oder klingendes Geräusch auch dann, wenn die Risse äusserlich nicht bemerkbar sind.“

Dass die Längsnähte und damit die Härteadern nicht immer unbedingt gefährliche Stellen des Materiales bilden, führte ich im weiteren Verlauf meiner oben wiedergegebenen Auslassungen an (*L 122* S. 26). An anderer Stelle behandelte ich aber einen Fall, der recht deutlich auch den verderblichen Einfluss feiner Querrisse im Material zeigte (*L 126* S. 60 u. f.), indem ein Gussstahlraht im Inneren zahllose Höhlungen in regelmässigen Abständen von einander aufwies.

Druckversuch.

125. Wenn ein Cylinder aus sprödem Material, z. B. Marmor oder Gusseisen, durch Zerdrücken zum Bruch gebracht wird, so erhält man in der Regel die in Fig. 85 dargestellte Bruchform.

An den Druckflächen *D* bildet sich der Druckkegel, der in den Bruchstücken sehr deutlich erkannt werden kann, wenn es gelingt, die Stücke vor der Zertrümmerung durch die Schlagwirkung zu schützen, die beim plötzlichen Bruch in Folge der Auslösung der elastischen Spannungen in den Gliedern der Probirmaschine entsteht. Aehnlich wie beim ZerreiB-

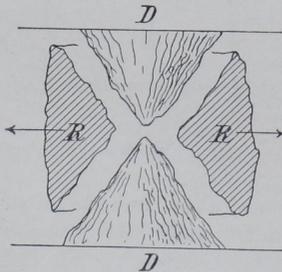


Fig. 85.

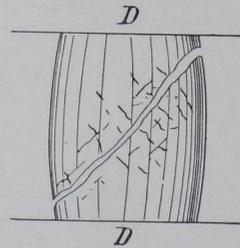


Fig. 86.

versuch bilden sich bei diesen spröden Körpern beim Druckversuch zwei Kegel und ein Ring *R*, der aber selten in grösseren Stücken zusammenhängend bleibt; beim ZerreiBversuch haftet er ganz oder zum Theil an der einen Probenhälfte, beim Druckversuch wird er mehr oder weniger zertrümmert und fortgeschleudert.

126. Zuweilen, namentlich wenn die Spannköpfe der Maschine sich ein wenig seitlich verschieben können, schieben sich auch beim Druckversuch die beiden Probenhälften von einander ab und bilden, wieder ähnlich wie beim ZerreiBversuch, einen Bruch schief zur Achse (Fig. 86). Häufig findet man, namentlich in letzterem Falle, auch Risse in der Mantelfläche des Cylinders, die, mehr oder minder regelmässig, sich unter Winkeln von etwa 90° [45° zur Mittellinie des Körpers] schneiden.

127. Bei würfelförmigen Körpern aus sprödem Material, z. B. Gesteinen und Zement, gehen die Druckkegel in die Druckpyramiden über, und auch die Ringstücke sind entsprechend geformt.

Man erkennt also, dass das in Folge der Reibung in den Druckflächen an der Querausdehnung verhinderte Material über diesen Druckflächen sich staut und, indem es den Druckkegel bildet, den Mantelring zersprengt.

Der Ring wird bei diesem Vorgange mehr oder weniger ausgesprochen auch auf seine Zugfestigkeit beansprucht, derart, dass in irgend einem Körperelement A (Fig. 87) des Mantels die Druckspannungen $-\sigma$ wegen der gewölbten Form die Zugspannungen $+\sigma$ erzeugen. Die Zug- und Druckspannungen rufen nun Diagonallrisse hervor, sobald die Komponenten τ der Kräfte $+\sigma$ und $-\sigma$ so gross werden, dass sie die Schubfestigkeit des Materiales überwinden; nach der Richtung senkrecht zum gezeichneten Riss tritt die gleiche Komponente τ auf, daher entstehen die unter 90° sich kreuzenden Risse. Ist die Zugfestigkeit des Materiales in der Richtung des Probenumfanges gering, z. B. bei sehnigem Schweisseisen, so bringen die Zugspannungen $+\sigma$ Mantelrisse parallel zur Probenachse hervor.

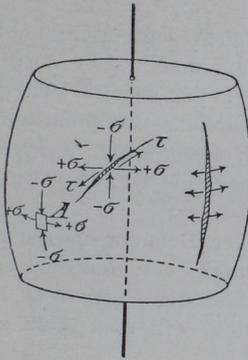


Fig. 87.

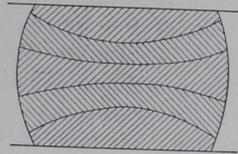


Fig. 88.

128. Dass aber auch bei bildsamen Materialien der Stoff über der Druckfläche nahezu in Ruhe bleibt, kann man nachweisen, wenn man mehrere Platten aus weichem Material, z. B. Blei oder verschieden gefärbte Schichten gleichen Materiales, z. B. Thon, zu einem Druckprobekörper zusammenschichtet. Man findet dann beim Zerschneiden nach dem Versuch die beiden äussersten Schichten plankonvex und die mittelste bikonkav (Fig. 88), und erkennt in den einzelnen Schichten, in welcher Weise das Material aus der Mitte heraus nach aussen gedrängt wurde. Die Rauminhalte der Scheiben sind vor und nach dem Versuch die gleichen geblieben, sobald ein Material vom Dichtigkeitsgrad 1 verwendet wurde.

7. Bestimmung der Dehnbarkeit.

a. Art der Messung.

129. Abgesehen von den Fehlern der Messinstrumente können die Umstände, unter denen die Messungen der Formänderungen ausgeführt werden, von Einfluss auf das Messungsergebniss sein. Hier soll besonders untersucht werden, welchen Einfluss diese Umstände auf die Bestimmung der für die Praxis als Gütemaassstab für viele Materialien wichtigen blei-