Versuche über die Töne einer Silberstange findet man ihn = 461.

Die folgende Tafel enthält die Elasticitäts-Coëfficienten mehrerer Körper, wie sie Lagerhjelm theils aus seinen und Anderer Versuche über die Elasticität, theils durch Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls gefunden hat.

Stangeneisen	1070	.. Lagerhjelm
Kupfer	686	.. Lagerhjelm
Gufseisen	658	.. Tredgold
Messing, gezogen	522	.. Savart und Chladni
Silber	443	.. Lagerhjelm
Glas	368	.. Chladni
Messing, gegossen	325	.. Tredgold
Blei	118	.. Lagerhjelm
Wasser	108	.. Colladon und Sturm.

Hienach scheint es also, daßs das Eisen zum wenigsten 10 Mal elastischer ist als das Wasser.

III. *Ueber das Zerreißen von Harzmassen, welche ein größeres Volumen besitzen, als ihnen nach ihrer Temperatur zukommt;
von Otto Unverdorben.*

Wird ungefähr eine halbe Unze helles Colophon in einer flachen, 2 bis 3 Zoll weiten Porcellanschale geschmolzen, und zwar eine Zeit lang, damit sich das ätherische Oel desselben meist verflüchtige, so erhält man, nachdem es ruhig erkaltet ist, eine durchsichtige, stark am Gefäße haftende Masse. Versucht man jetzt einen Riß, auch nur den feinsten, auf der ebenen Harzfläche hervorzubringen, so zerspringt die ganze Masse, unter einem schwachen Geräusch, plötzlich in Risse, die von

der verletzten Stelle nach der Peripherie auslaufen. Indefs behält die so zerrissene Masse noch einigen Zusammenhalt.

Die Figuren 1. bis 4. Taf. V. stellen die Oberflächen solcher Harzmassen in halber Gröfse vor. Bei Fig. 1. ist der Theil *baedc* im Verhältnifs zu der übrigen Fläche etwas gröfser, wie in der Wirklichkeit, gezeichnet, um die einzelnen Punkte deutlich zu zeigen; auch sind der Deutlichkeit halber die kleinen Querrisse fortgeblieben, welche oft die von der Mitte auslaufenden Risse mit einander verbinden.

Colophon, welches seinen Gehalt an ätherischem Oele durch langes Schmelzen ganz verloren hat, reifst leicht und oft von selbst während des Erkaltes; doch erträgt es das Erkalten noch leicht, wenn es in der Schale eine sehr dünne Schicht bildet, wo dann die Zusammenziehung der Harztheile, in Richtung der Oberfläche, durch die Adhäsion der Masse zum Boden der Schale sehr geschwächt wird.

Einige Tropfen fetten Oeles mit einem solchen spröden Colophon (ungefähr 10 Tropfen auf 10 Gramm.) in einer Porcellanschale geschmolzen, benehmen diesem oft die Eigenschaft, beim Erkalten von selbst zu zerreißen. Dann reifst die Harzfläche nur, wenn man ihre Oberfläche verletzt, z. B. mit einer Nadel ritzt. Colophon, das durch zu kurzes Schmelzen noch zu viel ätherisches Oel behalten hat, oder dem zu viel fettes Oel hinzugesetzt worden ist, reifst auf keine Weise.

Wenn man erhitztes, von ätherischem Oele befreites Colophon in dünne Fäden zieht, so kann man an diesen beobachten, dafs das Colophon sowohl einen gewissen Grad von Elasticität besitzt, als auch einen gewissen Grad von Biegsamkeit oder Streckbarkeit, vermöge welcher es die beim Biegen erhaltene Gestalt mehr oder weniger beibehält.

Das Zerreißen der Harzmassen wird also abhängen:

1) Von der Streckbarkeit, die sehr gering ist, wenn das Harz kein ätherisches Oel enthält, die aber desto bedeutender wird, je mehr ätherisches oder fettes Oel mit demselben verbunden ist. — 2) Von der Elasticität derselben, die in dem Grade wächst, als die Streckbarkeit abnimmt. — 3) Von der Kraft, mit der sich das schon erstarrte Harz durch weiteren Wärmeverlust zusammenzuziehen strebt. — 4) Von der Cohäsion des Harzes und seiner Adhäsion zum Gefäfs. — 5) Von der Ursache, die das Zerspringen einleitet.

Wenn diese fünf Gröfsen bekannt wären, ließe sich wahrscheinlich das Phänomen des Zerreißens der Harzmassen dem Calcul unterwerfen; denn einzusehen ist, dafs dieses Aufreißen einem Gesetze folgen mufs.

In Praxis ist es mir jedoch nicht gelungen, ein ganz regelrechtes Aufreißen der Harzmassen zu bewirken. Denn, wenn auch das Gefäfs regelmäfsig ausgeschliffen ist, wird doch das Aufreißen durch die geringste Unregelmäfsigkeit im Schmelzen oder Abkühlen, durch kleine Blasen oder sonstige Gegenstände im Harze mannigfach gestört.

Am Regelmäfsigsten geschieht noch das Aufreißen, wenn man das Harz in einem Leinölbade, in kugelförmig geschliffenen Gefäfsen oder in Uhrgläsern, so lange erhitzt, jedoch gelinde, damit sich keine Blasen bilden, bis das Harz zwischen den Zähnen, ohne zu kleben, völlig spröde erscheint, hierauf das Gefäfs mit einer Pappschachtel bedeckt, und nun es ruhig erkalten läfst. Bei einem schnellen Erkalten an der Luft wird die Harzmasse, durch ungleiche Zusammenziehung, fadenartig.

Die Erscheinung hat also darin ihren Grund, dafs das Harz, indem es erstarrt, sich fest an die Wände des Gefäfses legt, und vermöge seiner Adhäsion zu diesen sich nicht stärker als das Gefäfs zusammenziehen kann. Das Harz, sich selbst überlassen, zieht sich aber bei gleichem Wärmeverlust stärker zusammen als Porcellan, Glas,

Blei und Gold. Dadurch wird das Harz in einem Zustand von Spannung versetzt, vermöge welcher, wenn einmal eine äußere Ursache, als Stofs, u. s. w., die Cohäsion des Harzes an einer Stelle unterbrochen hat, die ganze Masse nach verschiedenen Richtungen aufgerissen und vom Gefäße abgetrennt wird.

Es stelle nämlich Fig. 1. Taf. V. die in dem Gefäße erstarrte Harzmasse vor, welche in *a* mit einem Rasiernesser in Richtung *be* berührt worden ist, und dadurch in derselben Richtung einen feinen Rifs erhalten hat. Es sey ferner Fig. 6. Taf. V. ein Durchschnitt der Harzmasse, nach Richtung *ut* (Fig. 1.) durch *a* gelegt, und *bac* ein Durchschnitt des Risses, den das Messer in die Harzmasse *dike* gemacht hat. Vermöge seiner Elasticität wird sich nun der Theil *beaf* in der Richtung *af* zusammenziehen, eben so der Theil *dcga* in Richtung *ag*. Durch diese Zusammenziehung und den damit verbundenen Stofs wird nun die Harzmasse nach der Richtung *ah* aufreißen, und dieser Rifs, unter fortwährendem Zusammenziehen der rechts und links von ihm liegenden Theile *afhk* und *gaih*, bis *h* wachsen, wo dann seine Seiten *rh* und *sh*, wie Fig. 7. zeigt, eine krummlinige Gestalt annehmen. Hiedurch wird nun nothwendig auf das Harz in *h* ein Zug von *h* nach *t*, in Richtung der Tangente der Curve, ausgeübt, und vermöge dieses Zuges und des mit dem Wachsen des Risses verbundenen Stosses wird sich das Harz in *h* von dem Gefäße ablösen.

Kehrt man zu Fig. 1. zurück, so wird da, wo die Linie *bae* war, eine Lücke entstanden seyn, die, wie Fig. 8. vielfach vergrößert darstellt, von krummlinigen Rändern *er*, *rb*, *bs*, *se* begrenzt ist. Diese Ränder befinden sich offenbar in einem erhöhten Zustande von Spannung, da sie gröfser geworden als *ea* und *ab* (Fig. 1.), und da sie überdieß nicht mehr mit dem Boden des Gefäßes in Verbindung stehen, so werden sie vorzugsweise
zum

zum Reissen geneigt seyn. Diefs stellt sich denn auch wirklich bei e und b ein, und zwar ist ihr Winkel cbe allemal ein stumpfer, obgleich er oft um mehrere Grade variirt. Hier sind also die angeführten Kräfte, verbunden mit dem Bestreben von $rb c$ sich nach nm zusammenzuziehen, gröfser als die Cohäsion des Harzes in bc .

Zugleich mufs bemerkt werden, dafs die Risse de und bc nicht im Endpunkte des Risses $erbs$ entstehen, sondern etwas vor den Endpunkten b und e , während $erbs$ in gerader Richtung bis l und y fortreift. Wie nun bc zerrissen ist, so reift auch ed ; eben so reift auch die Harzmasse von c nach i , von i nach w , und von w nach x .

Während dieses fortwährenden Reissens löst sich auch die Harzmasse längs den Rissen vom Boden des Gefäßes ab, wie es oben beschrieben worden ist. Dieses Ablösen wird nun, je weiter sich der Rifs von b nach c , i und k , und der andere Rifs von e nach d und k erstreckt, immer weiter von der Mitte der Masse um sich greifen, und wenn die Streckbarkeit des Harzes sehr gering ist, wird aus leicht erklärlichen Gründen die ganze Masse vom Boden des Gefäßes abspringen. Bei diesem Abspringen vergrößern sich die Zwischenräume zwischen der Harzmasse und dem Gefäfse in dem Mafse, dafs daselbst das Licht nicht mehr in Farben zerlegt wird. Auf gleiche Weise, wie die obere Hälfte der Fig. 1. zerrissen ist, reift übrigens auch die untere Hälfte.

Wenn die Streckbarkeit der Harzmasse durch einen stärkeren Gehalt an Oel gröfser ist, so tritt ein anderer Fall ein. Nachdem sich nämlich das Harz in der Mitte vom Gefäfse abgelöst hat, kommt ein Punkt, wo die Adhäsion des Harzes zum Gefäfse gröfser ist, als die Kraft, mit der es sich loszureifsen sucht. Denn bleibt das Harz, wie es in Fig. 3. Taf. V. vorgestellt ist, an einer Stelle α am Gefäfse haften, und diese Stelle erscheint von oben gesehen dunkel, umgeben von Farbenringen, die durch

die dünne Luftschicht gebildet werden, welche in die Zwischenräume eingedrungen ist. Durch diese Farbenringe liefse sich die Biegung der Harzmasse messen. Bei solchen streckbaren Harzmassen erhalten auch die Risse eine größere Länge, und sie wachsen langsam, so daß man ihre Verlängerung beobachten kann, während sie bei sprüden Massen in einem Moment gebildet werden.

Wenn das Harz einen starken Grad von Streckbarkeit besitzt, kommen auch mehrere solcher nicht losgerissener Stellen vor, und wenn diese symmetrisch vertheilt liegen, erhält die zerrissene Masse ein ganz artiges Ansehen. Fig. 4. Taf. V. stellt einen Fall der Art dar, wo die dunklen Flecke die nicht losgerissenen Stellen bezeichnen.

Oft bleiben auch am Rande Stellen von geringer Breite, wie *κλαίω* Fig. 8., am Gefäße sitzen, und diese erscheinen dann als dunkle Stellen, wie in Fig. 1. angedeutet ist. Besitzt das Harz einen bedeutenden Grad von Streckbarkeit, so nehmen diese Randstellen die in Fig. 3. angegebene Gestalt an.

Bei den bloß theilweise gesprungenen Massen besitzen nur die nicht losgerissenen Stellen noch einige Spannung, und diese können dann durch Stechen mit einer Nadel zum Aufreißen gebracht werden.

Die in Fig. 1—4. abgebildeten Gestalten werden auch hervorgebracht, wenn man den in der Schale erkalteten Harzkuchen mit irgend einem spitzigen eckigen oder runden Körper berührt oder stößt, da selten der Stofs so regelmäfsig ausgeführt wird, daß nicht dadurch das Harz vorzugsweise in einer Richtung verletzt würde.

Wenn eine etwas dicke und zugleich wenig streckbare Harzmasse mit einem harten Körper im Mittelpunkt berührt wird, so gestaltet sich das Aufreißen im Innern auf die Art, wie es Fig. 9. zeigt. Diefß ist besonders deutlich zu sehen, wenn man die gesprungene Harzmasse vorsichtig aus der Schale herausschneidet.

Wenn man die Harzmassen recht gleichförmig verletzt, so erhalten die Risse und die dadurch gebildeten Figuren einen ziemlichen Grad von Regelmäßigkeit. Diese regelmäßige Verletzung bewirkt man am besten, wenn man eine erwärmte Nähnadel senkrecht in die Mitte der noch flüssigen Harzmasse taucht und mit derselben erkalten läßt. Ist die Masse nicht zu spröde, so reißt sie beim Erkalten nicht, und man kann dann durch einen sanften Druck auf den Cylinder sehr regelmäßige Figuren hervorbringen. Beispiele der Art liefern Fig. 5. und Fig. 10. Um hier nicht zu sehr in's Detail zu gehen, mag hier nur noch bemerkt werden, daß in diesen Figuren die Zahl der Segmente um so größer wird, je geringer die Streckbarkeit des Harzes und je dicker der eingeschmolzene Cylinder ist. Das Aufspringen der Masse läßt sich auch durch Erkältung des Cylinders mittelst Aether bewerkstelligen. Zuweilen, wenn die Harzmasse etwas spröde ist, reißt sie auch von selbst beim Erkalten.

Setzt man mitten auf eine ruhig erkaltete und wenig streckbare Harzmasse behutsam ein zuvor mit der Hand erwärmtes Uhrglas, und gießt nun in dasselbe ein wenig Aether, dessen Verdampfung man nöthigenfalls durch Dar-aufblasen mit einem Löthrohre verstärkt, so zerspringt das Harz, entweder während dieses Erkaltungsprocesses oder bei der geringsten Erschütterung des Uhrglases, und dabei wird letzteres oft um mehr als einen Zoll in die Höhe geworfen. Die hiedurch entstandenen Risse haben die in Fig. 11. abgebildete Gestalt, und Fig. 12. zeigt eine so große Masse im Durchschnitt.

Wie sich das Zerspringen des Harzes in dickeren Massen gestaltet, kann man beobachten, wenn man eine ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze fassende Flasche mit geschmolzenem Harze ganz füllt, und, nach der beim Erkalten erfolgenden Zusammenziehung der Masse, noch so viel nachgießt, daß sie bis in den Hals der Flasche heraustritt. Ver-

letzt man nun die Masse, nach ihrer Erstarrung, mit einer Nadel, so bilden sich Risse, welche die in Fig. 13. abgebildete Gestalt besitzen. Bei diesem Aufreißen steigt die Masse nicht in den Hals empor, und sie vergrößert also dabei ihr Volumen nicht.

Die Regelmäßigkeit des Aufreisens bei Versuchen dieser Art bleibt, ungeachtet aller Sorgfalt, immer ziemlich unvollkommen. So schreitet oft ein Riß schneller vor als die andern, und durch die unregelmäßige Spannung geschieht es dann, daß sich Stellen, wie in Fig. 14., bilden, von denen aus die Risse sich aufs Neue fächerartig ausbreiten.

Alle diese Versuche lassen sich wahrscheinlich auch mit geschmolzenem und vorsichtig erkaltetem Glase anstellen, wie denn überdies klar ist, daß die hier beschriebenen Erscheinungen mit denen bei den sogenannten Glastropfen und der bologneser Flasche in naher Beziehung stehen.

IV. *Elasticität des Eises.*

Ueber die Elasticität des Eises besitzen wir noch keine Bestimmung, die sich an Genauigkeit mit der von den HH. Colladon und Sturm über die Elasticität des Wassers vergleichen ließe; ein genäherter Werth für diese Gröfse ergibt sich indeß aus den Versuchen von Hrn. Bevan (*Phil. Trans.* 1826, *III.* p. 304.) Derselbe schnitt aus der Eisdecke eines gefrorenen Teiches ein Parallelepipeton von 100 Zoll Länge, 10 Zoll Breite und 3,97 Zoll mittlerer Dicke, so daß es mit einem Ende noch mit der Eismasse verbunden blieb, und ließ nun auf dasselbe, 2 Z. vom freien Ende, ein Gewicht von 25 Pfund wirken. Die dadurch erfolgende Biegung betrug hier 0,206 Zoll. Hieraus berechnet Hr. B. für das Eis den Elasticitäts-Modulus $= 2\ 100\ 000$ Fufs, während er denselben für das Wasser, nach Canton's Versuchen, $= 2\ 178\ 000$ Fufs, also nahe eben so groß findet. Zu bemerken ist, daß diese Zahlen keinen unmittelbaren Vergleich gewähren, da die Höhe des Elasticitäts-Modulus zum Theil vom specifischen Gewichte abhängt, wie man unter andern aus dem N. Gehler'schen Wörterb. Th. III. S. 223. ersehen kann.