

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 81/82 (1923)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Theorie und Praxis der Kerbeschlagprobe  
**Autor:** Fillunger, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-39019>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.02.2025

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

kungen dieses Stiles sehen wir heute noch in den Häusern von Ponte (den Albertinihäusern: Steinbock, Rödel- und Albertinisches Pächterhaus), von Zuoz (dem Plantablock und dem späten, jedoch imposanten Beispiel des Hauses Poul, Seite 280/83), vor allem aber in den Perinihäusern von Scans (den Häusern Juvalta und Caratsch). Hier ist die Wand überall weniger als Fläche empfunden, denn als Masse. Man fühlt die männliche Freude an der Wucht, der spezifischen Schwere der Materie, dem ungefügt Lastenden, dem gewaltigen Volumen. Die schräg in die Mauer hineingetrichterten Fensterleibungen lassen die ohnehin sehr dicken Mauern noch gewaltiger erscheinen, die aus Bruchstein, nicht aus dem zu feineren Teilungen verleitenden Backstein errichtet sind. Das Dach ist von ziemlich geringem Gefälle, springt wenig vor, und spricht so kaum für sich. Es wirkt sehr gedungen, will nichts sein als der obere Abschluss des Blockes und unterstützt damit die kubische Wirkung.

Wer den Bau als Gesamtmasse empfindet, verlangt nicht so nach Aufteilung der Wand wie flächig Denkende. Wir finden daher bei dem Engadiner Haus auch in späteren Zeiten niemals eine Fassadengliederung durch Lisenen, Pilaster oder Gurten. Zunächst wird sogar auf die einfachste Art die Wand zu teilen, nämlich auf die rhythmische Fensteranordnung, konsequent verzichtet. Die Fenster haben hier nicht neben ihrer praktischen Funktion noch diese ästhetische. Sie sind nur dem Zweck des Innenraumes entsprechend angebracht und deshalb vollkommen unsymmetrisch verteilt. Der Block, der Kubus, das ist die Ausdrucksform, die der Dynamik dieses Volkes wie keine andere entsprechen musste. Sie wurde denn auch mit Leidenschaft zu immer gewaltigeren Zusammenballungen getrieben. Der Drang zum Kompakten, auf einen Haufen zusammengedrängten, der die romanische Siedlungsweise von der deutschen, zerstreuten, unterscheidet, half mit. So entstand mächtige Doppelhäuser, wie wir sie in Zuoz sehen, und so entstand der Plantablock im gleichen Dorf. Wie die „Planten“ in älteren Zeiten niemals einzeln auftraten, sondern nur als Familie, als Teile einer achtungsgebietenden Gemeinschaft, so stellten sie auch hier ihre Häuser nicht einzeln, sondern fügten die Einzelkuben dicht aneinander zu einem gesamten; und noch nicht genug: sie griffen mit den ganz italienischen Bogen über die Strasse und holten noch den alten Plantaturm in den Komplex herein. So kam es zu einer Massenballung von sehr grosser Wucht (vergl. die Abbildungen auf den Seiten 282 und 283).

Die Beziehungen zwischen Mensch und Landschaft sind vielfach verflochten und kaum fassbar. Wie es nun auch sei, ob die Natur im Verlauf ungezählter Generationen dem Bewohner mit sanfter Gewöhnung seine eigene Formenwelt mitteilt, oder ob der Mensch eben dort sich ansiedelt und gegen Anfechtungen hält, wo die Landschaft eine Sprache spricht, die seiner Empfindung Ausdruck gibt, jedenfalls besteht eine überraschende Harmonie zwischen dem Engadiner Haus und seiner Umgebung. Die eigenartige Schönheit empfängt das obere Inntal von den grossen, ganz einfachen, unromantischen Formen seiner Berge. In ihrer Nähe ist alles Zierliche, Geputzte und Grazie lächerlich, und schon die kleinen Zinnen des Rödelhauses in Ponte empfinden wir hier spielerisch und fremd. Eine gedämpfte, tonige Atmosphäre vermag auch einen grossen Formenüberschuss in ein einheitliches malerisches Gewebe aufzunehmen, aber hier duldet das eindeutige, unbarmherzige Licht nur ganz einfache Formen und grosse Kontraste. So liegen unter den baumlosen, nach romanischer Weise nicht von Alptrüben belebten, grosslinigen Hängen der linken Talseite die mächtigen Häuserblöcke, als habe der gleiche Geist Landschaft und Wohnstätte konzipiert.\*

Hier müssen wir abrechnen. Wie wir uns mit der Bilderwahl auf ein paar Aussenansichten beschränken und durch die zugehörigen Grundrisse das Innere nur ahnen lassen, so auch mit dem Text. Man lese im Buche selber nach, wie logisch Poeschl zum kubischen Aeussern das im Sulèr, dem stolz gewölbten Hausflur, neu ins Bild tretende Element des Gewölbes in Gegensatz stellt und ebenfalls wieder psychologisch begründet. Nirgend blos beschreibende Schilderung oder Formenlehre, überall lebendige Erfassung des tiefen Sinnes, der organischen Entwicklung der Formen aus dem Komplex aller Lebensbedingungen und äusseren Einflüsse. (Schluss folgt.)

## Theorie und Praxis der Kerbschlagprobe.

Von Baurat Prof. Dr. Paul Füllinger in Wien.

(Schluss von Seite 268)

### VI. Experimentelle Prüfung der Theorie.

Aus Gleichung (11)

$$\varepsilon = \delta y + 2w$$

folgt, dass man eine gerade, mit  $y$  ansteigende Linie erhalten muss, wenn man die Kerbzähigkeit

$$\varepsilon = \frac{A}{bh}$$

über der Abszisse  $y$  als Ordinate aufträgt.

Auf Veranlassung von Direktor Dr. Otto Böhler wurden im Stahlwerk Kapfenberg in Steiermark Kerbschlagstäbe von der in Abbildung 8 dargestellten Form angefertigt und erprobt. Das Material entstammte einem auf etwa  $50 \times 60$  mm ausgewalzten und langsam abgekühlten Kohlenstoffstahl von folgender Zusammensetzung:

C 0,31%, S 0,023%, P 0,013%, Si 0,22%, Mn 0,66%. Die Zerreissprobe ergab: Streckgrenze 44,5 kg/mm<sup>2</sup>, Festigkeit 56,0 kg/mm<sup>2</sup>, Dehnung 13% (Messlänge 11,3  $\sqrt{F}$ ), Einschnürung 29,3%.

Rechts neben der Ansicht eines jeden Probestabes in der Abbildung 8 ist der Bruchquerschnitt veranschaulicht. Von den 160 mm langen Probestäben, die auf einem 75 mkg Schlagwerk erprobt wurden, sind je drei, von den 100 mm langen Stäben, für die ein 10 mkg Pendelhammer von L. Schopper Verwendung fand, je vier Stäbe zur Erzielung eines guten Mittelwertes hergestellt und untersucht worden. Bei allen Probestäben genügte ein einziger Schlag,

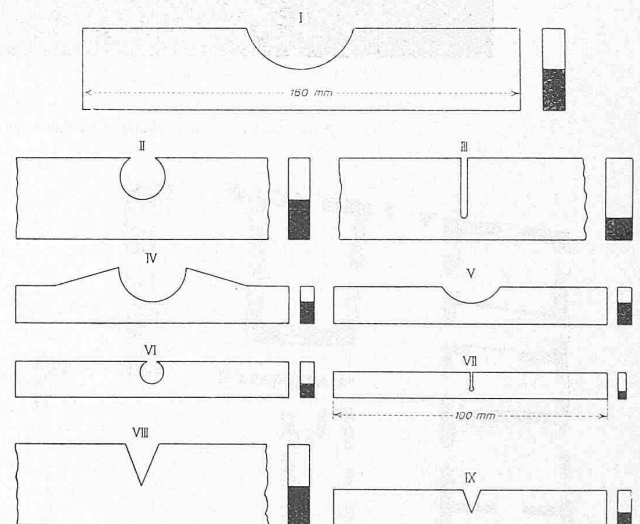


Abbildung 8.

um den Bruch herbeizuführen. Ueber die Hauptabmessungen und Ergebnisse der Proben I bis VII möge folgende Zusammenstellung Aufschluss geben:

Probe-Nr.	Höhe des Bruchquerschnittes $h$	Kerbbalbmesser $r$	Exzentrizität $y$	Kerbzähigkeit $\varepsilon$
I	1,5 cm	2,0 cm	2,75 cm	3227 kg/cm
II	1,5 "	0,8 "	1,55 "	2033 "
III	0,8 "	0,1 "	0,50 "	981 "
IV	0,8 "	1,2 "	1,60 "	1718 "
V	0,8 "	1,2 "	1,60 "	1994 "
VI	0,5 "	0,4 "	0,65 "	1531 "
VII	0,3 "	0,04 "	0,19 "	645 "

Ausserdem wurden auf Vorschlag von Prof. Dr. Ludwig noch zwei Probeformen mit Spitzkerben (Nr. VIII und IX) zum Vergleiche herangezogen. Diese beiden Kerbformen wurden „möglichst scharf“, d. h. ohne einen beabsichtigten Kernradius, hergestellt.

Die Durchführung der Kerbschlagproben erfolgte in Kapfenberg in Gegenwart von Ing. Robert Pawliska bezw.

durch den genannten Herrn allein, und der Verfasser will die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, an dieser Stelle nochmals seinen Dank sowohl Herrn Dir Dr. Böhler, als auch Herrn Ing Pawliska für ihre werktätige Hilfe auszusprechen.

Die Ergebnisse der Versuche zeigt Abbildung 9 im Schaubild. Die Punkte I, II, III und VII liegen beinahe mit mathematischer Genauigkeit auf der Geraden

$$\epsilon = 1020 y + 460.$$

Auch V liegt sehr nahe an dieser Geraden, während IV und VI ungefähr im gleichen Abstände unter bzw. über ihr zu finden sind, sodass der gemeinsame Schwerpunkt dieser beiden Punkte wieder sehr gut auf die Gerade fällt. Eine bestimmte theoretische Erklärung für deren Abweichung konnte jedoch nicht aufgefunden werden. Vielleicht ist sie in der Reibung an den Backen zu suchen. Es sei bemerkt, dass alle Stäbe der Proben I, II, III und VII nach dem Schlagversuch sofort in zwei Teile gebrochen waren, während von IV einer, von VI drei, von V alle vier unmittelbar nach dem Versuch noch teilweise zusammenhängen, sodass sie mit der Hand nicht auseinander gebrochen werden konnten. Nach einigen Tagen ging dies ohne Anstrengung.

Wenn Probestäbe beim Schlagversuch nicht sofort brechen, so kommt das Glied  $2w$  in Gl. (10) nicht mit seinem vollen Betrage zur Geltung. Hieraus würde sich eine Verminderung der vom Pendelhammer angezeigten Schlagarbeit ergeben, daher auch eine scheinbare Verkleinerung der Kerbzähigkeit  $\epsilon$ . Andererseits werden solche Stäbe infolge der ihnen innewohnenden Elastizität beim Durchschlüpfen zwischen den Backen des Fallhammers eine vermehrte Reibungsarbeit benötigen, namentlich wenn scharfe Kanten schabend wirken. Dies hat wieder eine Vergrößerung der vom Pendelhammer angezeigten Schlagarbeit zur unmittelbaren Folge und man findet dann  $\epsilon$  grösser als der Wirklichkeit entspricht. Es ist schwierig zu entscheiden, welcher der beiden genannten Einflüsse jeweils überwiegt. Jedenfalls muss versucht werden, durch zweckmässige Probeform ein vollständiges Durchschlagen der Stäbe zu sichern. Die gebräuchlichen 10 mkg-Pendelhammer für 100 mm lange Kerbstäbe scheinen in dieser Hinsicht weniger günstig zu sein, als die grossen Hämmer für 160 mm lange Proben.

Die Versuche ergeben für das untersuchte Material  $\delta = 1020 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2w = 460 \text{ kg/cm}$ .

Die Kerbzähigkeit  $\epsilon$  nimmt von  $y = 0,19$  cm bis  $y = 2,75$  auf den fünffachen Wert zu. Dann kann  $\epsilon$  wohl nicht als eine das Material kennzeichnende vom Stoff allein abhängige Zahl angesehen werden.

Bemerkenswert ist die Lage der beiden Punkte VIII und IX, die den Proben mit Spitzkerben angehören. Eine „möglichst scharfe Kerbe“ ist ein relativer Begriff. Je kleiner der Probestab an sich ist, desto weniger kann von einer „scharfen“ Kerbe gesprochen werden, wenn man die Kerbe mit einem „möglichst scharf zugeschliffenen“ Messer hobelt. Daher war zu erwarten, dass kleine Stäbe dieser Art näher an der Geraden  $\epsilon = \delta y + 2w$  liegen als grosse.

Bezüglich der Eintragung der Punkte VIII und IX ist noch zu sagen, wie  $y$  für diese angenommen wurde. Nach den Abbildungen 3 und 4 ist

$$y = \frac{h}{2} + r$$

Sinkt  $r$  auf Null herab, so wird mithin  $y = \frac{h}{2}$ . Die Höhe der Bruchquerschnitte war 15 bzw. 6 mm. Die Kerbzähigkeit  $\epsilon$  ergab für VIII mit 619 kg/cm, für den kleineren Stab IX mit 853 kg/cm als Mittelwert aus drei bzw. vier Einzelversuchen. Diese Ordinaten wurden über den Abszissen  $y = 0,75$  cm und  $y = 0,3$  cm aufgetragen.

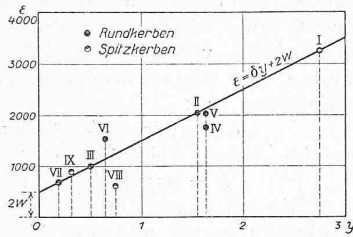


Abbildung 9.

Der die kleinere der beiden Stabformen darstellende Punkt IX liegt sehr nahe an der Geraden  $\epsilon = \delta y + 2w$ , Punkt VIII hingegen ziemlich weit von ihr entfernt. Die Form VIII verhielt sich mithin nahezu so, als ob für sie  $y = 0$  gewesen wäre, entsprechend einem Grenzfall, der niemals ganz verwirklicht werden kann. Denn wäre tatsächlich  $y = 0$ , so müsste  $\epsilon = 460 = 2w$  werden. Immerhin liegt der Punkt VIII tiefer als alle anderen Punkte des Schaubildes.

Möglichst scharfe Kerben vermögen diesen Ergebnissen zufolge bei hinreichend grossen Stäben den Einfluss von  $\delta$  auf die verbrauchte Schlagarbeit zwar sehr zu vermindern, aber nicht gänzlich aufzuheben. Dieses Verhalten macht die Vorliebe mancher Kreise für Spitzkerben sehr verständlich. Weitere Versuche würden zu zeigen haben, ob man sich mit dieser Annäherung an den theoretischen Wert  $2w$  begnügen kann, oder ob es auch für die Praxis besser ist,  $2w$  nach Gl. (12) unter Verwendung von Rundkerben zu berechnen.

### VII. Versuchsergebnisse mit andern Metallen.

Die Theorie der Kerbschlagprobe, die durch Gl. (11) ausgesprochen wird, könnte nicht aufrecht erhalten werden, wenn die ziffernmässige Bestimmung der Stoffwerte  $\delta$  und  $2w$  auf negative Zahlen führen würde. Es genügen zwar schon zwei Wertpaare von  $\epsilon$  und  $y$ , um  $\delta$  und  $2w$  nach Gl. (12) zu berechnen, man kann aber mit Rücksicht auf die mannigfaltigen Fehlerquellen des Kerbschlagversuches verlangen, dass die Zahl der Probenformen sowie die Zahl der Einzelversuche eine genügend grosse ist.

Es wird auch zu zeigen sein, ob  $2w$  mit der Spädigkeit der Metalle im allgemeinen abnimmt, weil diese Folgerung sich aus der Vorstellung ergibt, die hier besprochen wurde, um das Zustandekommen und die Bedeutung einer vierten Stossperiode zu erklären.

Schliesslich werden die Ergebnisse, die mit verschiedenen Metallen gewonnen wurden, auch als Illustration der Theorie nicht unerwünscht sein.

a. Verschiedene Stahlsorten. Prof. Stribeck veröffentlichte in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“, Jahrgang 1915, Seite 392 u. ff., Kerbschlagversuche mit geometrisch ähnlichen Probekörpern aus sieben verschiedenen Stahlsorten. Laut Angabe befanden sich darunter geglühte, bzw. vergütete Kohlenstoffstähle, Nickelstähle und Chromnickelstähle. Von jeder Stahlsorte wurden grosse und kleine Normalstäbe erprobt, deren Längenmasse sich wie 3:1 verhielten. Die Bohrung der grossen Stäbe besass einen Durchmesser von 6 mm, die der kleinen einen von 2 mm, sodass  $y_1 = \frac{1,5}{2} + 0,3 = 1,05$  cm,  $y_2 = \frac{0,5}{2} + 0,1 = 0,35$  cm betrug. Aus den am angegebenen Orte mitgeteilten Werten der Kerbzähigkeit  $\epsilon_1$  bzw.  $\epsilon_2$  können mit Hilfe der Gl. (12)  $\delta$  und  $2w$  berechnet werden.

Bezeichnung des Stabes	Kerbzähigkeit in kg/cm		$\delta$ kg/cm <sup>2</sup>	$2w$ kg/cm
	$\epsilon_1$ ( $y = 1,05$ )	$\epsilon_2$ ( $y = 0,35$ )		
A <sub>1</sub>	350	278	100	240
A <sub>2</sub>	565	446	170	380
B <sub>1</sub>	1350	754	850	460
B <sub>2</sub>	1400	670	1040	510
C	2085	1114	1390	630
D	2520	1253	1810	620
E	2990	1435	2220	660

Alle Werte ergeben sich positiv, sind daher als möglich zu bezeichnen. Sie wachsen im allgemeinen von der Sorte A<sub>1</sub> bis zur Sorte E beständig, aber nicht im gleichen Verhältnisse, da  $\delta$  auf den 22-fachen,  $2w$  nicht ganz auf den 3-fachen Wert steigt. Dies scheint die Annahme zu bestätigen, dass  $2w$  und der Arbeitsverbrauch in der vierten Stossperiode mit der Zähigkeit der Metalle zunimmt.

Bei einem anderen vergüteten Stahl, von dem weiter unten noch ausführlich gesprochen werden wird, fand der Verfasser  $\delta = 1940$ ,  $2w = 110$ . Die Unterschiede verschiedener Stahlsorten sind mithin gross genug, um die Schlussfolgerung zu rechtfertigen, dass  $\delta$  und  $2w$  sehr verschiedene Eigenschaften des Materials zum Ausdruck bringen können.



Wenn  $B_1$  und  $B_2$  das gleiche Material nach verschiedener Wärmebehandlung vorstellen, so würde sich ergeben, dass man die Eigenschaften des Metalles in gewissen Grenzen nach Wunsch beeinflussen kann, je nachdem man mehr Wert auf  $\delta$  oder  $2w$  legt. Der im VI. Abschnitt ausführlich behandelte Siemens-Martin-Stahl des Böhlerwerkes Kapfenberg vereinigt im gewalzten und langsam abgekühlten Zustande den höheren Wert  $\delta$  von  $B_2$  mit dem höheren Wert  $2w$  von  $B_1$ .

b. *Schweisseisen.* In Abbildung 10 ist das Ergebnis einer Untersuchung von gewöhnlichem Schweisseisen dargestellt. Aus einer Stange vom Querschnitt  $11 \times 11$  mm wurden 28 Stäbe von der Gestalt  $100 \times 10 \times 10$  mm angefertigt. Zur Erzielung eines guten Mittelwertes wurden sie so, wie sie aus der Stange fielen, fortlaufend numeriert und derart in sieben Gruppen zu je vier Proben geteilt, dass in die erste Gruppe Nr. 1, 8, 15, 22, in die zweite Nr. 2, 9, 16, 23 u. s. w. kamen. Der Bruchquerschnitt aller hatte eine Breite von 10 mm und eine Höhe von 5 mm.

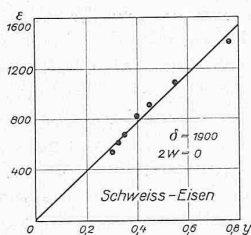


Abb. 10.

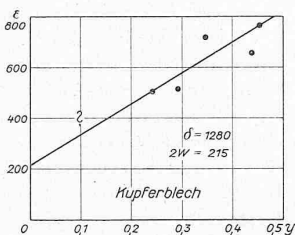


Abb. 11.

blechen für Lokomotiv-Feuerbüchsen. Die Proben waren 100 mm lang, 10 mm hoch und teilweise 10 mm, teilweise 4 mm breit. Die Höhe des Bruchquerschnittes betrug in der Regel 5 mm, in einzelnen Fällen 3 bzw. 7 mm, die Durchmesser der gebohrten Kerben variierten von 0,64 bis 4,0 mm.

Die Ergebnisse der Versuche werden durch die Abbildungen 11 und 12 dargestellt. Aus der Verteilung der Punkte folgt, dass eine gerade Ausgleichslinie, die man zu zeichnen versuchen würde,  $\delta$  und  $2w$  positiv ergeben müsste, und zwar würde man erhalten für die erste Sorte (Abbildung 11):

$$\delta = 1280 \text{ kg/cm}^2, \quad 2w = 215 \text{ kg/cm},$$

für die zweite (Abbildung 12):

$$\delta = 975 \text{ kg/cm}^2, \quad 2w = 175 \text{ kg/cm}.$$

Es sei jedoch nochmals bemerkt, dass die Zahl der Punkte zu gering und ihre Abszissen  $y$  zu nahe beisammen liegen, um daraus sichere Schlüsse über die Grösse der Materialkonstanten ziehen zu können.

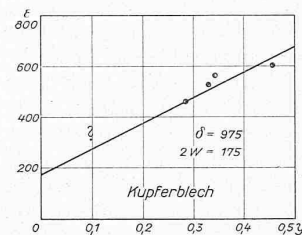


Abb. 12.

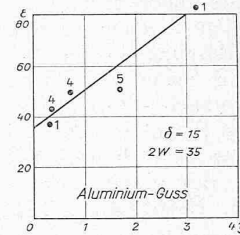


Abb. 13.

Die Punkte in Abbildung 10 liegen nicht auf einer geraden Linie, was von Versuchsungenauigkeiten herrühren kann. Die eingetragene gerade Ausgleichslinie geht jedenfalls sehr nahe am Ursprung  $\varepsilon = 0$ ,  $y = 0$  vorbei, sodass man annehmen kann.

$$\delta = 1900, \quad 2w = 0$$

annehmen kann.

Dieses Ergebnis ist deshalb bemerkenswert, weil es zeigen würde, dass für das untersuchte Schweisseisen die vierte Stossperiode verschwunden ist ( $A_4 = 0$ ). Eine Erklärung dieses Verhaltens konnte in Folgendem bestehen: Die einzelnen Schichten des Schweisseisens besitzen infolge der zahlreichen Schlackeneinschlüsse seitlich weniger Zusammenhang, als aus dem flüssigen Zustande gewonnenes Eisen. Daher kann in der dritten Stossperiode jedes Kristall oder wenigstens jedes Bündel von Kristallen seine *Einschnürung* und daher auch seine *Dehnung* unbehindert von den Nachbarkristallen ausbilden, während sie bei schlackenfreien Metallen sich gegenseitig an der Einschnürung durch Querspannungen behindern. Die Bruchflächen von Schweisseisen- und Flusseisen-Zugproben zeigen sehr deutlich diesen Unterschied, indem erstere stets von tiefen Spalten in der Längsrichtung der Proben durchzogen werden. Die Arbeitsfähigkeit des Schweisseisens kann folglich fast zur Gänze erschöpft werden, bevor noch einzelne Fasern gerissen wurden, was einen hohen Wert für  $\delta$  und einen sehr geringen für  $2w$  zur Folge haben muss. Bei Flusseisen hingegen tritt die Erschöpfung des Arbeitsvermögens erst in der vierten Stossperiode beim Beginn der Trennung der Teilchen im Kerbengrunde und überhaupt nur für einen Teil der Kristalle ein, nämlich für jene, die den Zusammenhang am Bruchquerschnitt am längsten aufrecht erhalten. (Siehe Abbildung 6, auf Seite 267 letzter Nummer).

c. *Walzkupfer.* Die betreffenden Versuche wurden zu einer Zeit ausgeführt, als an die hier vorgebrachte Theorie noch nicht gedacht wurde. Sie sollten lediglich zeigen, dass der Ausdruck  $\frac{A}{bhy}$  von der Form der Probekörper, also insbesondere von der Tiefe der Kerbe und ihrem Durchmesser weniger abhängig ist, als  $\frac{A}{bh}$ . Daher wurde auf möglichst grosse Unterschiede in der Exzentrizität nicht so sehr geachtet, als für den hier verfolgten Zweck wünschenswert gewesen wäre. Das Material entstammte Kupfer-

d. *Aluminiumguss.* Die folgenden Proben wurden aus einem Automobil-Carter geschnitten. Die arabischen Ziffern neben den Punkten in Abbildung 13 bedeuten die Anzahl der Einzelversuche, deren Mittelwert der betreffende Punkt ist, also gewissermassen die Gewichte der Punkte. Die vier Gruppen von Probestäben von  $y = 0,33$  bis  $y = 1,71$  cm wurden am Pendelhammer von 10 mkg in der Versuchsanstalt für Bau- und Maschinenmaterial am Technologischen Gewerbemuseum in Wien zerschlagen. Der Durchmesser der gebohrten Kerben dieser Stäbe wechselte von 1 mm bis 28 mm, die Höhe des Bruchquerschnittes von 5 bis 6,2 mm, die Breite von 4,5 bis 10 mm. Die fünfte Gruppe, bestehend aus einem einzigen Probestabe, besass folgende Abmessungen: ganze Länge 151 mm, Höhe 26 mm, Höhe des Bruchquerschnittes 10 mm, Breite 13 mm, Durchmesser der gebohrten Kerben 55 mm, also  $y = 0,5 + 2,75 = 3,25$  cm. Die Erprobung erfolgte durch Dr. Ing. Rinagl auf einem 15 mkg Pendelhammer des mechan.-techn. Laboratoriums der technischen Hochschule in Wien. Die Stützweite betrug hier 120 mm.

Bei der Eintragung der geraden Ausgleichslinie wurde dem Punkt mit  $y = 3,25$  cm ein besonderes Gewicht beigelegt, weil seine Bruchfläche und der Gesamtverbrauch an Schlagarbeit beträchtlich grösser war, als bei allen anderen Einzelproben. Aus Abbildung 13 würde folgen:

$$\delta = 15 \text{ kg/cm}^2, \quad 2w = 35 \text{ kg/cm}.$$

Die besondere Sprödigkeit dieses Materials kommt in diesen niedrigen Werten deutlich zum Ausdruck, aber auch darin, dass  $2w$  grösser als  $\delta$  ausfällt, während bei zähen Metallen wie Schweisseisen, Kupfer und die meisten Stahlsorten das Gegenteil eintritt.

Auch dieser Umstand spricht für die Richtigkeit der Annahme, wie eine vierte Stossperiode zustande kommen soll. Denn sobald der Bruch in der Weise, wie in Abbildung 6 dargestellt, beginnt, wirken die den Zusammenhang am längsten aufrecht erhaltenden Kristalle ähnlich wie *Einkristalldrähte*, von denen gezeigt worden ist, dass sie *dehnbar bei spröden Metallen wie Zink eine hervorragende Dehnbarkeit besitzen.*<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Nach der obgenannten Veröffentlichung von Mark, Polanyi und Schmid gibt es eine dehnbare und eine spröde Modifikation von Zink-Einkristalldrähten. Die Entstehung der dehnbaren Drähte lässt sich nicht eindeutig erzwingen.

VIII. Die physikalische Bedeutung der Materialkonstanten  $\delta$  und  $2w$ .

Ueber die Bedeutung der Konstanten  $\delta$  und  $2w$  wurde zwar schon bei ihrer Einführung einiges gesagt; es dürfte aber wünschenswert sein, diesem Punkte der Theorie eine besondere Besprechung zu widmen.

Man könnte  $\delta$  als Mass des Arbeitsvermögens eines zusammenhängenden Kristallhaufens ansehen, wogegen  $2w$  von der Dehnbarkeit der Einzelkristalle abhinge. Es spielen aber auch noch andere Umstände mit hinein, wie insbesondere aus dem Ergebnisse für Schweisseisen hervorgeht, sodass eine so einfache Deutung kaum zulässig erscheint. Denn beim Mangel eines seitlichen Zusammenhanges der Kristalle oder Kristallbündel kann naturgemäss von einer deutlichen Unterscheidung des Kristallhaufens von Einzelkristall kaum gesprochen werden.

Es ist naheliegend, wenn  $\delta$  die Formänderungsarbeit der Probestäbe als Ganzes,  $2w$  jene nur in unmittelbarer Umgebung der Bruchflächen darstellt, wobei  $\delta$  auf  $1 \text{ cm}^3$  des Probestabes unter Ausschluss der wenig deformierten

Teile,  $2w$  aber auf  $1 \text{ cm}^2$  des Bruchquerschnittes bezogen ist, die Vermutung auszusprechen, dass der Widerstand gegen Bruch in jenen Fällen hauptsächlich von den Materialkonstanten  $2w$  herrührt, in dem eine merkliche Formänderung grösserer Raumteile nicht auftritt.

Dies trifft für sehr spröde Metalle zu. In der Tat wurde für die sprödesten von Prof. Striebeck untersuchten Stähle  $A_1$  und  $A_2$  das Verhältnis der Masszahlen  $\delta : 2w$  wie  $1 : 2,4$  bzw. wie  $1 : 2,3$ , für Aluminiumguss wie  $1 : 2,33$  gefunden, während es sich für zähere Stahlorten, d. h. solche mit grösseren Kerbzähigkeiten  $\epsilon$  sowohl der grossen wie der kleinen Normalstäbe, für Kupfer und Schweisseisen in bedeutendem Masse umkehrt. Es trifft aber auch zu für sogenannte „Ermüdungs-“ oder „Dauerbrüche“, die, wie bekannt, bei sonst sehr zähen Metallen ohne vorhergehende merkliche Formänderung eintreten. Sollte auch die bisher unaufgeklärte Neigung mancher Metallorten zur Ermüdung in einem Zusammenhange mit der Konstanten  $2w$  stehen?

Die Frage ist deshalb schwer zu entscheiden, weil Ermüdungs-Erscheinungen durch fehlerhafte Konstruktion, wie z. B. durch Anwendung zu kleiner Krümmungsradien in einspringenden Ecken oder durch Ueberlastungen begünstigt werden können. Dann ist das Material selbst nicht verantwortlich zu machen und eine Untersuchung desselben gestattet keinen Schluss auf Zusammenhänge von der angedeuteten Art. Vergleichende Versuche an Maschinen für wiederholte Belastung könnten allein eine endgültige Klärung dieser Frage bringen. Da solche Versuche aber viel Zeit erfordern und Maschinen für Dauerbelastung auch derzeit erst in wenigen Laboratorien zur Verfügung stehen, begrüsst der Verfasser die Gelegenheit zum Studium dieser Frage auf eine einfachere Weise. Sie bot sich ihm in zwei Fällen dar.

Der erste Fall betrifft die Lenkachse des Vorderrades eines Lastautomobils. Abbildung 14 zeigt die Bruchfläche. Sie war stark gewölbt und gliedert sich in drei Teile. Ueber  $\frac{3}{4}$  der Fläche zeigen das bekannte Aussehen von Ermüdungsbrüchen mit feinen nahezu parallelen Wellenzügen, die das allmähliche Fortschreiten der Dauerbruchfläche verraten. Bei  $a$  dürfte der Dauerbruch in der Hohlkehle des Achsstümmelansatzes begonnen haben. Dort liegen die Wellenzüge so nahe beisammen, dass man sie kaum voneinander unterscheiden kann. Je weiter die Bruchfläche sich nach oben ausdehnte, desto weiter rücken die Wellenzüge auseinander und erreichen die Breite von  $1 \text{ mm}$  und mehr. In der Mitte der Bruchfläche befindet sich ein kleines kreisrundes Loch, das von einem Körner herrührt, der beim Abdrehen der Achse verwendet wurde. Es hat auf den Fortschritt des Dauerbruches an dieser Stelle nur

hemmend gewirkt, wie aus dem Zurückbleiben der Wellenzüge an dieser Stelle ersichtlich ist. Diese günstige Wirkung von Löchern in einem sich erweiternden Spalt konnte der Verfasser bei unveröffentlichten Versuchen über Hartlötlungen oft beobachten. Die Verbreiterung der Wellenzüge gegen oben zeigt deutlich, wie der Dauerbruch allmählich immer grössere Schritte zu machen in der Lage war, je mehr der tragende Querschnitt verringert wurde.

Dieser bei  $a$  beginnenden, regelmässig verlaufenden Dauerbruchfläche gegenüber liegt bei  $b$  eine fast spiegelnd glatte Dauerbruchfläche von ganz anderem Aussehen. Parallele Wellenzüge sind daran nicht wahrnehmbar, sondern nur einige wenige radial gestellte Stufen. Vermutlich rührten diese von Prellungen beim Befahren unebener Strassen her (das Automobil stand hauptsächlich auf Wiener Granitpflaster in Verwendung), wobei die auffallende Glätte dieser sichelförmigen Fläche damit zu erklären wäre, dass sie auf der auf Druck beanspruchten Seite der feststehenden Achse liegt.

Zwischen diesen beiden Dauerbruchflächen liegt die sehr rauhe, gegen  $b$  scharf begrenzte, gegen  $a$  zu in die Dauerbruchfläche allmählich übergehende Fläche  $c$  (in Abbildung 14 durch Körnung angedeutet). Diese kleine Fläche hat bis zum Eintritt des Bruches das Biegemoment des Wagengewichtes getragen. Entsprechend dieser hervorragenden Festigkeit betrug die

Streckgrenze . . . . .	54,3 kg/mm <sup>2</sup> ,
Zugfestigkeit . . . . .	64,4 „
Dehnung (Messlänge $11,3 \sqrt{F}$ ) . . . . .	15,4 %,
Einschnürung . . . . .	66,6

Die Abbildung 14 ist für Dauerbrüche an Automobilvorderachsen typisch. Kerbschlagversuche mit diesem vergüteten Material zeigt Abbildung 15. Es wurden viele Formen von Probestäben daraus angefertigt. Die Bohrungen der Formen I, II und III besaßen einen Durchmesser von  $1 \text{ mm}$ , die übrigen Durchmesser von  $8,3, 10, 24$  und  $50 \text{ mm}$ . Rechts neben der Ansicht der Proben ist der Querschnitt der Bruchfläche veranschaulicht. Die Exzentrizitäten bewegen sich von  $0,146$  bis  $2,80 \text{ cm}$ . Unterhalb der vielen Probenformen ist die Gestalt der Proben VI und VII nach dem Schlagversuch gezeigt. Probe VII wurde nicht durchgeschlagen und zeigte nicht einmal einem Anbruch. Probe VI wurde zwar mit einem Schlag vollständig in zwei Teile zerbrochen,

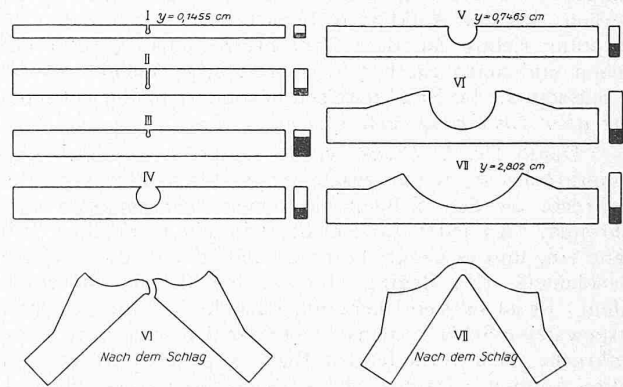


Abbildung 15.

doch scheint auch bei dieser Probeform der Halbmesser der Kerbe im Vergleich mit der Höhe des Bruchquerschnittes schon zu gross gewesen zu sein, was zur Folge hatte, dass die in der dritten Stossperiode ausgebildete Formänderung einen zu kleinen Teil des Volumens erfasste. Dann ist natürlich die Voraussetzung der Theorie, dass der durch  $a$  gemessene Winkel (siehe Abb. 2) für alle Proben gleich sei, nicht erfüllt. Es sei bemerkt, dass bei der Auswahl der Probeformen das Nebenziel bestand, die äussersten Grenzen kennen zu lernen, innerhalb deren  $y$  bei  $100 \text{ mm}$  langen Probestäben liegen muss.

Das vorhandene Material reichte für eine grössere Zahl von Proben nicht aus. In Abbildung 16 sind die



Mittelwerte der verschiedenen Probeformen durch Punkte kenntlich gemacht worden. Die römischen Ziffern bedeuten die Probeform, die arabischen die Anzahl der Einzelversuche, aus denen der betreffende Mittelwert gebildet wurde. Sieht man von den Punkten VI und VII ab, weil sie aus den angeführten Gründen nicht massgebend sein können, so liegen die Punkte I bis V ( $y = 0,146$  bis  $y = 0,747$  cm) sehr nahe bei einer Ausgleichsgeraden, führend auf

$$\delta = 1940 \text{ kg/cm}^2, \quad 2w = 110 \text{ kg/cm}.$$

Ein Vergleich mit den vorerwähnten Versuchen von *Stribeck* zeigt, dass  $\delta$  zu den höchsten bei *Stahlsorten* erreichbaren Werten gehört, während  $2w$  hier weniger als die Hälfte des an der sprödesten *Stahlsorte A<sub>1</sub>* gefundenen Grösse ist.

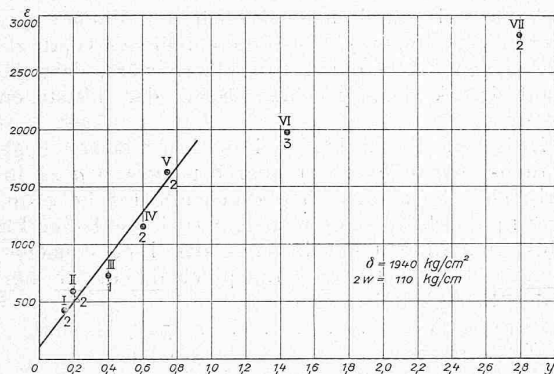


Abbildung 16.

Dieses Ereignis stimmt völlig überein mit den Beobachtungen an der Bruchfläche (Abb. 14). Während der hohe Wert von  $\delta$  das Material befähigte, trotz ausserordentlicher Verminderung des tragenden Querschnittes, die Last des Wagens und der Stösse beim Fahren durch längere Zeit zu ertragen, konnte es infolge seines besonders niedrigen Wertes von  $2w$  nicht einmal solange, als noch der volle Achsquerschnitt tragend war, die Entstehung und Erweiterung eines Dauerbruches verhindern, der vielleicht durch einen Drehriss oder nur durch die Spannungserhöhung in der Hohlkehle eingeleitet wurde.

Es ist aber auch ein Widerspruch mit den oben erwähnten Versuchsergebnissen am Schweisseisen zu bemerken, das der Aufklärung bedarf. Denn wenn die Behauptung richtig ist, dass Dauerbrüche umso leichter entstehen und umso rascher fortschreiten, je kleiner  $2w$  ist, so müssten sie bei Schweisseisen besonders häufig auftreten, was aller Erfahrung widerspricht.

Durch Dr. *E. Preuss* wurde seinerzeit gezeigt,<sup>1)</sup> dass Dauerbrüche in weich zusammengelöteten Blechschichten senkrecht zu den Schichtungsebenen sehr langsam fortschreiten. An jeder Lötsschicht tritt ein merklicher Stillstand ein, und es bedarf längerer Zeit, um in der nächsten Blechlamelle den Beginn eines neuen Bruches hervorzurufen. Es ist sehr einleuchtend, dass die in feine Schichten ausgewalzten Schlackeneinschlüsse des Schweisseisens einen senkrecht dazu verlaufenden Riss in gleicher Weise aufhalten können. Daraus würde aber folgen, dass Schweisseisen seinen Widerstand gegen Ermüdungsbrüche vornehmlich diesem Umstande verdankt. Es tritt ein neuer Gesichtspunkt zu den andern hinzu.

Der zweite Fall, in dem es gelungen ist, einen Zusammenhang zwischen  $2w$  und der Neigung zu Dauerbrüchen zu zeigen, betrifft zwei *Stahlsorten* für Pressluftwerkzeuge. Es wurde bemerkt, dass bei der einen *Sorte A* Brüche im Betriebe verhältnismässig häufiger eintraten als bei *Sorte B*. Beide *Sorten* waren für den gleichen Zweck bestimmt, erhielten dieselbe Wärmebehandlung durch Abschrecken in Oel oder Wasser und standen nebeneinander in Verwendung. Die Bruchflächen (Abb. 17) zeigten deutliche Dauerbrüche und verliefen stets durch eine gedrehte und

vorsichtshalber auch geschliffene und polierte Hohlkehle. Manchmal war nur eine Ermüdungsfläche, manchmal deren mehrere auf der Bruchfläche zu sehen. Da die Brüche an Hohlkehlen auftraten, die Beanspruchung der Werkzeuge durch Stoss erfolgt und Bieugungsmomente nicht ferngehalten werden können, war eine Erprobung durch Kerbschlag-Biegeproben den Verhältnissen der Wirklichkeit sehr entsprechend.

Es wurden insgesamt 22 Proben mit kleiner Bohrung (Durchmesser der Bohrung 1,5 bzw. 2 mm) und 14 Proben mit grosser Bohrung (Durchmesser 25 mm) hergestellt. Das Material wurde von der Wiener Metallwaren- und Maschinenfabrik *Warchalovsky, Eisler & Cie.* zur Verfügung gestellt,



Abb. 17.

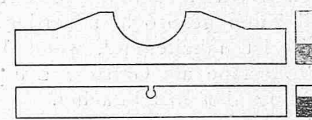


Abb. 18.

in deren Werkstätten auch die Anfertigung und Härtung der Proben unentgeltlich erfolgte, wofür der Verfasser auch an dieser Stelle seinen verbindlichsten Dank auszusprechen hat. Die Gestalt der Proben zeigt Abb. 18. Nach der Bearbeitung der Versuchstäbe durch Schmieden, Bohren und Hobeln erfolgte die Härtung. Es wurden stets gleichzeitig Stäbe von *beiden* *Stahlsorten* in den Glühofen gegeben, damit Schwankungen der Ofentemperatur die Vergleichbarkeit der Versuche nicht beeinträchtigen konnten.

Bei Berechnung der Kerbzähigkeit wurde der Energieverlust durch Stoss in der ersten Stossperiode nach Gl. (4) ermittelt und berücksichtigt. Die Streuung der Einzelwerte war so gross, dass der Energieverlust  $A_1$  bei einzelnen Versuchen 16% des Arbeitsverbrauches ausmachte. Es wurden folgende Mittelwerte aus allen 22 Versuchen mit kleiner und 14 Versuchen mit grosser Kerbe gefunden.

Sorte	Kleine Kerbe		Grosse Kerbe	
	$\epsilon$	$\gamma$	$\epsilon$	$\gamma$
A	79,8	0,398	157,1	1,575
B	67,3	0,395	87,7	1,579

Man beachte, dass sowohl für kleine wie für grosse Kerben die günstigeren Ergebnisse bei der *Sorte A* auftraten, während im Betriebe das Gegenteil beobachtet worden ist. Rechnet man nach Gl. (12)  $\delta$  und  $2w$  aus, so findet man aber:

A	$\delta = 65,7$	$2w = 53,5$
B	$\delta = 17,2$	$2w = 60,5$

Die *Sorte B*, an der Dauerbrüche seltener vorgekommen sein sollen, wies mithin einen höheren Wert  $2w$  auf. Dementsprechend schneiden sich die beiden Geraden  $\epsilon = \delta y + 2w$  in Abb. 19. Für die Entstehung von Dauerbrüchen bzw. für deren Verbindung scheint es völlig belanglos zu sein, dass *Sorte A* ein fast viermal so grosses  $\delta$  besitzt als *Sorte B*.

Der Widerstand gegen Bruch durch einen einzigen Schlag nimmt umso mehr zu, je grösser  $\delta$  und die Exzentrizität  $\gamma$  ist, welche letztere wieder durch Vergrösserung des Krümmungsradius einspringender Ecken besonders erhöht werden kann. Der Widerstand gegen die Entstehung und Erweiterung von Dauerbruchflächen, die die schärfsten praktisch möglichen Kerben vorstellen, ist aber umso grösser, je grösser  $2w$  ist.

Aus diesem Grunde glaubt der Verfasser, für  $\delta$  den Namen „Schlagfestigkeit“, für  $2w$  jedoch „Spaltfestigkeit“ vorschlagen zu dürfen, vorausgesetzt, dass weitere Erfahrungen die hier mitgeteilten Beobachtungen bestätigen sollten. Für eine endgültige Entscheidung dieser Frage

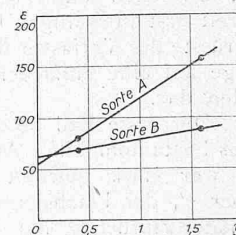


Abb. 19.

<sup>1)</sup> „Stahl und Eisen“ 1914, Heft 29.

reichen die wenigen Versuche des Verfassers nicht hin. Sie zeigen nur den Weg, der einzuschlagen wäre, und erwecken die Hoffnung, dass er ans Ziel führen wird.

\*

Alle bisher bekannt gewordenen Untersuchungen über die Kerbschlagprobe stimmen darin überein, dass der Verbrauch an Schlagarbeit mit dem Kerbhalmmesser zunimmt, wenn alle anderen Abmessungen der Probestäbe ungeändert bleiben. Die auf die Flächeneinheit des Bruchquerschnittes bezogene Schlagarbeit (hier mit  $\varepsilon$  bezeichnet) nimmt auch zu, wenn die Kerbe weniger tief eingeschnitten ist, aber gleichen Kerbhalmmesser besitzt. Für geometrisch ähnliche Probekörper ist die Zunahme der Schlagarbeit *rascher* als der zweiten und *langsamer* als der dritten Potenz der Länge entsprechen würde.

Mit diesen Erfahrungstatsachen, den einzigen, die bisher immer wieder bestätigt wurden, steht die hier dargestellte Theorie in vollem Einklange. Denn der Ausdruck für den Verbrauch an Schlagarbeit

$$A = \delta b h y + 2 w b h$$

enthält ein mit dem Volumen des massgeblichen Raunteiles und ein mit dem Flächeninhalt des Bruchquerschnittes proportionales Glied. Die daraus abgeleitete Gleichung

$$\varepsilon = \delta y + 2 w$$

zeigt, dass die Kerbzähigkeit  $\varepsilon$  sowohl dann zunimmt, wenn die Höhe des Bruchquerschnittes  $h$  wächst, der Durchmesser der Bohrung aber gleich bleibt, als auch wenn das Gegenteil zutrifft.

Die Einfachheit dieser Formel ist ein so grosser Vorteil für ihre Anwendung in der Praxis, dass man den Nachteil einer begrenzten Gültigkeit (nämlich für nicht allzu scharfe und nicht allzu flache Kerben) wohl in den Kauf nehmen kann. Ist einmal die Bedeutung der „Schlagfestigkeit“  $\delta$  und der „Spaltfestigkeit“  $2w$  hinreichend bekannt geworden, so vermag der Maschinenkonstrukteur seinen Werkstoff für Bestandteile, die Stösse auszuhalten haben, mit der gleichen Sicherheit zweckmässig auszuwählen, wie für ruhende oder schwingende Lasten. Er wird grossen Wert auf eine hohe Schlagfestigkeit legen, wenn er die Möglichkeit besitzt, durch grosse Krümmungshalbmesser auch den zweiten Faktor dieses Gliedes, nämlich die Exzentrität  $y$  gross zu machen. Sind aber nur kleine Krümmungshalbmesser ausführbar, oder ist wegen sehr häufiger Stösse oder oftmaligen Belastungswechsels ein Ermüdungsbruch zu befürchten, so wird er nur einen Werkstoff mit hinlänglich grosser Spaltfestigkeit  $2w$  zur Verwendung zulassen. Der wissenschaftlich arbeitende Metallurg wird trachten, diesen verschiedenen Bedürfnissen nach Tunlichkeit entgegenzukommen, wird sich aber hüten, eine der beiden Konstanten *auf Kosten der anderen ungebührlich* zu heben, auch wenn die auf die bisher übliche Weise ermittelte Kerbzähigkeit  $\varepsilon$  den *Schein* einer Verbesserung seines Erzeugnisses vortäuschen sollte.

Die Auffassung, dass beim Kerbschlagversuche eigentlich zwei von einander wohl zu unterscheidende Eigenschaften des Werkstoffes zum Ausdruck kommen, steht nicht vereinzelt da, und auch in Bezug auf die physikalische Bedeutung dieser beiden Eigenschaften scheint sich eine bemerkenswerte Uebereinstimmung der Meinungen zu entwickeln, wie z. B. die in der französischen Literatur aufgetretene Unterscheidung zwischen *Sprödigkeit = fragilité* und *Spaltigkeit = fissilité* zeigt<sup>1)</sup>, deren reziproke Werte man mit der *Schlagfestigkeit*  $\delta$  bzw. der *Spaltfestigkeit*  $2w$  in Vergleich ziehen könnte. Abweichend hiervon versucht Dr. Moser<sup>2)</sup> eine dieser Eigenschaften durch  $\frac{A}{V}$  zu definieren, was nur bei geometrisch ähnlichen Körpern mit  $\delta$  zusammenfällt, während er die andere als „Arbeitschnelligkeitsgrad“ bezeichnet.

Prof. Dr. Föppl geht bei der „Zähigkeitsprüfung“ von Gesteinen von der Annahme aus, dass die Zähigkeit der

Steine sich kennzeichnen lässt einerseits durch jene Schlagarbeit, die einen Steinwürfel mit *einem einzigen Schlag gerade noch zu zertrümmern vermag*, andererseits durch jene kleinere Schlagarbeit, die *beliebig oft ohne Beschädigung des Würfels* ausgeübt werden kann. Die erste wäre mit  $\delta$ , die letzte mit  $2w$  zu vergleichen. In der Föppl'schen „Wertziffer“, dem Quotienten aus einer nach genauer Vorschrift ermittelten Schlagarbeit und dem *Volumen* des Würfels, kommen allerdings, ähnlich wie dies bei „der Kerbzähigkeit“  $\varepsilon$  der Fall ist, beide Eigenschaften ungetrennt zum Ausdruck, und es könnte scheinen, als ob das im Widerspruche mit der hier vertretenen Auffassung stünde, wonach die Spaltfestigkeit  $2w$  multipliziert mit einer *Fläche* eine Arbeitsgrösse ergibt. Wenn man aber bedenkt, dass bei der Föppl'schen Zähigkeitsprüfung die Schläge nicht nur bis zur Entstehung der *ersten* Spaltfläche, sondern bis zur vollständigen Zertrümmerung des Würfels fortgesetzt werden sollen, so erkennt man, dass in diesem Falle *auch die Zerspaltungsarbeit proportional mit dem Volumen der Probe* wird.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die umfangreichen Versuche mit geometrisch ähnlichen Kerbschlagstäben, die in England zwecks Aufklärung der die Kerbschlagprobe beherrschenden Gesetze in neuerer Zeit ausgeführt wurden, in guter Uebereinstimmung mit der hier auseinandergesetzten Theorie stehen<sup>1)</sup>. Aus Gl. (11) folgt nämlich unmittelbar

$$\frac{A}{b h y} = \delta + \frac{2 w}{y} \dots \dots \dots (13)$$

Bei geometrisch ähnlichen Probestäben ist  $(b h y)$  proportional dem Stabvolumen und  $y$  proportional jeder linearen Abmessung. Trägt man demnach etwa die Stablängen als *Abszissen* und  $\frac{A}{V}$  als *Ordinaten* auf, so erhält man nach Gl. (13) bei geometrisch ähnlichen Probekörpern eine *Hyperbel* und  $\frac{A}{V}$  strebt mit wachsender Stablänge dem Grenzwerte  $\delta$  zu. Eben diese Hyperbeln erhielten die englischen Forscher bei der graphischen Darstellung ihrer Versuchsergebnisse.

### Schweizerische Elektrizitätswirtschaft.

Mit Rücksicht auf die gegenwärtig rasch wechselnden wirtschaftlichen Verhältnisse hat das Departement des Innern auch dieses Jahr die eidgenössische Wasserwirtschaftskommission einberufen, um mit ihr Fragen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft zu beraten. Die Sitzung, zu der auch die Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie eingeladen wurde, fand am 19. November unter dem Vorsitz des Vorstehers des eidgenössischen Departements des Innern, Herrn Bundesrat Chuard, statt. Ueber die betreffenden Beratungen sind der Tagespresse die folgenden Mitteilungen gemacht worden:

1. Bekanntlich haben sich in letzter Zeit einzelne schweizerische Elektrizitätsunternehmen auf dem ausländischen Energiemarkt gegenseitig konkurrenziert. Diese Tatsache hat die Behörden bereits seit einiger Zeit beschäftigt. Anlässlich der Behandlung des Postulates Grimm in den eidgenössischen Räten hat der Vorsteher des eidgenössischen Departements des Innern auf die Nachteile eines solchen Vorgehens für die Werke selber, für die schweizerische Industrie sowie für die gesamte Volkswirtschaft hingewiesen. Als erstes Traktandum unterbreitete das Departement der Kommission die Frage, welche Mittel ihres Erachtens zur Behebung dieses Uebelstandes geeignet erscheinen. Mit dem Departement vertrat die Kommission einmütig die Auffassung, dass die Werke durch gegenseitige Verständigung Preisunterbietungen verhindern sollten. Sollte eine Einigung unter den Werken nicht möglich sein, so müssten die Behörden eingreifen und allenfalls Bewilligungen, bei denen Preisunterbietungen stattfinden würden, nicht mehr erteilen. Es wurde die Schaffung einer Treuhandstelle in Erwägung gezogen. Die Schaffung eines Monopols für die Ausfuhr elektrischer Energie oder einer monopolähnlichen Einrichtung wurde mehrheitlich sehr entschieden abgelehnt. Die gesetzlichen Bestimmungen würden übrigens eine solche Lösung auch gar nicht erlauben.

<sup>1)</sup> Siehe « Stahl und Eisen » 1923, S. 793.

<sup>2)</sup> « Stahl und Eisen » 1923, S. 935.

<sup>1)</sup> Siehe « Stahl und Eisen » 1923, S. 73.