

diesen bei der Bemessung von Maschinen- und sonstigen Bauteilen nicht Rechnung getragen wird, der Sicherheitsgrad der Konstruktion wesentlich herabgedrückt werden kann. Die Kerbwirkung wird nicht nur durch scharf einspringende Kanten hervorgerufen, sondern auch durch Löcher, mögen diese in der Nähe der Oberfläche oder in der Mitte der Teile liegen. Das ist namentlich bei Blechvernietungen zu beherzigen, wo die Nietlöcher eine ganze Reihe von Kerben im Material bilden. Es ist ja auch keine seltene Erscheinung, daß in gerissenen Blechen der Riß von einem Nietloch zum anderen überspringt und sich über eine ganze Nietlochreihe fortsetzt (349). Inwieweit die Ausfüllung des Nietlochs durch den Niet je nach der mehr oder weniger vollkommenen Nietung die Kerbwirkung des Nietloches wieder beseitigt, ist eine wichtige Frage, zu deren Lösung planmäßige Versuche noch nicht ausgeführt sind.

Besonders gefährlich wird der Kerb, wie bereits erwähnt, bei Dauerbeanspruchungen, namentlich bei wechselnden Belastungen. Die starke Steigerung der Spannungen  $\sigma_1$  am Kerbtiefsten (Abb. 388) vermag Beanspruchungen bis über die ursprüngliche Streckgrenze örtlich herbeizuführen in Fällen, wo die Berechnung der Spannungen ohne Berücksichtigung der Kerbwirkung scheinbar zu Spannungen unterhalb der Streckgrenze führt.

Man wird sich nun auch die Wirkung kleiner Anritzungen und Verletzungen zu erklären vermögen, die in metallischen Stoffen mit starken Reckspannungen zum Aufreißen Veranlassung werden können. Sie sind als Kerbe zu betrachten und liefern örtlich starke Steigerung derjenigen Spannungen, die durch den ungleichen Reckgrad der einzelnen Schichten des Materials bedingt werden (307).

Beachtenswert ist, daß sich ein Stab bei der Zugprobe infolge der Einschnürung selbst einkerbt, denn die Einschnürung ist nichts als ein flacher Kerb.

Ebenso beachtenswert ist, daß bei geschmeidigen Materialien, z. B. bei den oben angeführten Bleiprobe, das Material seine Formänderung so herbeizuführen sucht, daß der Kerb in seinem Grunde stärker abgerundet, die Kerbwirkung also vermindert wird. Materialien, die soviel Geschmeidigkeit besitzen, daß sie diese zur Verminderung der Kerbwirkung erforderliche Formänderung ausführen können, werden verhältnismäßig weniger durch den Kerb in ihrer Widerstandsfähigkeit beeinträchtigt werden, als solche, die wegen geringerer Geschmeidigkeit sich dieser Wirkung nicht zu entziehen vermögen. Diese reißen im Kerbtiefsten ein; der Riß wirkt nun wie ein ganz besonders scharfer Kerb auf starke örtliche Spannungssteigerungen, so daß schließlich der Riß immer weiter schreitet.

## 2. Kerbbiegeprobe bei verschieden großer Geschwindigkeit der die Biegung bewirkenden Kräfte.

342. Über die Kerbbiegeprobe ist das Wichtigste bereits in I, 387 erwähnt. Die Vorgänge, wie sie beim Blei geschildert wurden (339), spielen sich auch bei anderen Metallen ab. Die Probe wird meist nicht zur Messung von Materialeigenschaften, sondern nur als technologische Probe benutzt, um sich in einfacher Weise einen Überblick über die Geschmeidigkeit des Materials zu verschaffen.

Wie in I, 285 auseinandergesetzt, haben die Fließerscheinungen bei festen Stoffen eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Fließen von Flüssigkeiten; sie gleichen in ihrem Verhalten zähen Flüssigkeiten mit großer innerer Reibung. Wie früher ausgeführt, zeigt Pech bei gewöhnlichen Wärmegraden unter dem Einfluß der Schwerkraft sehr langsames Fließen ganz ähnlich wie eine Flüssigkeit. Sucht man aber durch äußere Kräfte schnellere Formänderung herbeizuführen, so bricht das Pech wie ein spröder Körper ohne wesentliche vorausgehende Formänderung

entzwei. Derselbe Stoff zeigt also verschiedenes Formänderungsvermögen, je nachdem ob die Formänderung rasch oder langsam herbeigeführt wird.

Nach v. Obermayer ( $L_4$  64) ist die innere Reibung annähernd proportional der Formänderungsgeschwindigkeit  $v$  (vgl. Ludwik,  $L_4$  60).

Ähnliche Erscheinungen beobachtet man auch bei metallischen Stoffen, wie z. B. beim Zink (I. 287). Bei rascher Streckung sind zur Herbeiführung gleicher Dehnungen größere Spannungen aufzuwenden, als bei langsamerer Streckung. Die Bruchdehnung wird mit steigender Streckgeschwindigkeit immer kleiner.

Tabelle XVII<sup>1)</sup>. Nach Leon und Ludwik.

Material	Kerbform	$a_D$ mkg/qcm	$a_S$ mkg/qcm	$\frac{a_S}{a_D}$
Gußeisen	ungekerbt	0,269	0,703	2,6
	Kerb Abb. 391 b	0,231	—	—
	„ Abb. 391 c	0,190	—	—
	„ Abb. 391 d	0,163	0,447	2,7
	„ Abb. 391 e	0,122	0,427	3,5
Flußstahl	ungekerbt	59,300	nicht gebr.	—
	Kerb Abb. 391 b	9,980	—	—
	„ Abb. 391 c	2,300	—	—
	„ Abb. 391 d	2,960	4,393	1,5
	„ Abb. 391 e	1,012	1,020	1,0
Flußeisen	ungekerbt	80,500	nicht gebr.	—
	Kerb Abb. 391 b	14,350	—	—
	„ Abb. 391 c	5,740	—	—
	„ Abb. 391 d	4,960	6,300	1,3
	„ Abb. 391 e	1,372	0,847	0,6

<sup>1)</sup> Die Abmessungen der Proben ergeben sich aus Abb. 390. Der Kerb war immer nur auf der einen Seite, so daß  $t_2 = 0$ . Ferner war  $l_1 = 120$  mm,  $l = 160$  mm,  $b = d = 30$  mm. Die Schlagproben wurden mittels eines Pendelschlagwerks (345) ausgeführt.

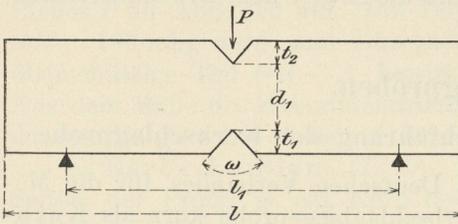


Abb. 390.

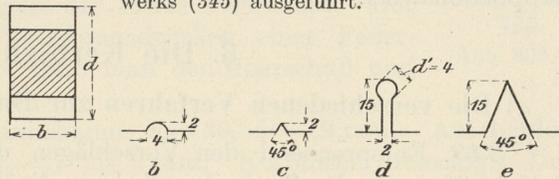


Abb. 391.

Bärgewicht  $G$  20 kg.

Fallhöhe  $H$  1,5 m (größte Fallhöhe)

Arbeit aufgewendet zum Bruch des Stabes  $A$  in mkg.

Spezifische Schlagarbeit  $a = \frac{A}{b d_1}$  mkg/qcm.

Bei den Druckversuchen wirkte die Druckkraft  $P$  auf die in Abb. 390 mit einem Pfeil bezeichneten Stelle. Bei den Schlagversuchen wirkte an derselben Stelle der Schlag.

Wie werden sich nun gekerbte Stäbe eines solchen Stoffes bei der Biegung etwa nach Abb. 367 verhalten, wenn die Geschwindigkeit der Biegung veränderlich gemacht wird, z. B. wenn einmal die Biegung unter langsamer Druckwirkung  $P$ , das andere mal mit großer Geschwindigkeit, beispielsweise unter der Einwirkung einer schlagenden Masse, an Stelle von  $P$  erfolgt. Bei langsamer Biegung wird das Material am Kerbtiefsten  $B$  unter verhältnismäßig geringem Widerstand

örtlich starke Streckung und Querschnittsverminderung ertragen. Der Stab wird erst bei Überschreiten eines bestimmten Maßes dieser Streckung an der Kerbe einreißen und allmählich zu Bruch gehen. Anders kann der Fall liegen, wenn die Formänderung schnell vor sich geht, z. B. unter der Wirkung eines Schlages. Alsdann vermag das Material am Grunde des Kerbs nicht schnell genug zu fließen und wird der Formänderung einen höheren Widerstand entgegensetzen als beim langsamen Fließen. Es kann deshalb bei geringerer örtlicher Streckung einreißen. Der Stab wird unter geringerem Biegewinkel brechen. Die bis zum Bruch aufgewendete Arbeit wird gegenüber der bei langsamem Druck  $P$  aufgewendeten Arbeit einerseits dadurch verstärkt, daß der Widerstand gegen die raschere Formveränderung beim Schlagversuch größer wird, andererseits aber dadurch verkleinert, daß der Bruch bei geringerem Grad der Formänderung (geringerem Biegewinkel) eintreten kann.

Wie diese beiden Einflüsse gegeneinander spielen, läßt sich ohne weiteres nicht übersehen. Überwiegt der erstere, so ist die Arbeit beim Schlagversuch größer als beim langsamen Biegeversuch. Überwiegt der zweite Einfluß, so kehrt sich die Sachlage um.

Bei Gußeisen, wo an sich die bleibenden Formänderungen sehr klein sind, ist anzunehmen, daß der zuletzt angegebene Einfluß zurücktritt, daß also die Brucharbeit beim Schlagversuch größer ist, als beim langsamen Biegeversuch. Bei Metallen mit größerer Formänderungsfähigkeit kann der Unterschied weniger ausgeprägt werden, oder es kann sogar das Gegenteil eintreten. Dies hängt natürlich nicht nur von der Geschwindigkeit der Formänderung und der Art des Materials, sondern auch von der Art des Kerbes ab.

Als Beispiel für das eben Gesagte sei auf die Tabelle XVII verwiesen, die von Leon und Ludwik entlehnt ist ( $L_4 65$ ).

Die bis zum Bruche aufgewendeten Arbeiten sind in der Tabelle, wie es üblich ist, auf die Einheit des Bruchquerschnitts bezogen und als spezifische Arbeiten  $a$  bezeichnet (mkg/qcm). Die Werte  $a_D$  gelten für den Druck-, die Werte  $a_S$  für den Schlagversuch. Durch die Beziehung der Arbeit auf die Einheit der Bruchfläche soll nicht etwa gesagt sein, daß die Arbeit dem Bruchquerschnitt proportional sei.

### 3. Die Kerbschlagproben.

#### c) Die verschiedenen Verfahren zur Durchführung der Kerbschlagprobe.

343. Entsprechend den Vorschlägen des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik soll hier die Kerbschlagbiegeprobe kurz als Kerbschlagprobe bezeichnet werden. Für die Durchführung dieser Probe sind im Laufe der Zeit von verschiedenen Forschern zahlreiche Vorschläge gemacht worden. Wenn diese Vorschläge und die dadurch angeregten Versuche Klärung über die Wirkung der einzelnen bei der Kerbschlagprobe wirksamen Einflüsse geschaffen haben, so haben sie doch andererseits wegen ihrer großen Mannigfaltigkeit der allgemeinen Einführung der Kerbschlagprobe hindernd im Wege gestanden, denn die nach verschiedenen Verfahren gewonnenen Zahlenwerte sind nicht unmittelbar miteinander vergleichbar.

Im folgenden soll eine kurze Übersicht über die wichtigsten der zur Verwendung gelangten Verfahren und über ihre Eigentümlichkeiten gegeben werden. Hierbei werden die in Abb. 390 und am Fuß der Tabelle XVII gegebenen Abkürzungen und Bezeichnungen verwendet werden.

Die ältesten Kerbschlagversuche, die unter Messung der zum Bruch aufgewendeten Schlagarbeit erfolgten, scheinen von Tetmajer 1884—85 ausgeführt