

Zur Physik des Zerreißversuchs

Autor(en): **Späth, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2772>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zur Physik des Zerreiversuchs.

La physique de l'essai de rupture par traction.

The Physics of the Tensile Breaking Test.

Dr. phil. W. Späth,
Wuppertal-Barmen.

Die Grundlage für die Werkstoffprüfung bildet auch heute noch der Zerreiversuch. Die Aufzeichnung des Zusammenhangs zwischen aufgebraachter Last und erzeugter Verformung des Probestcks scheint grundsätzlich so einfach zu sein, daß die physikalische Durchdringung des Belastungsvorgangs gegenüber Fragen technisch-praktischer Art bei der konstruktiven Gestaltung der Prüfeinrichtungen in den Hintergrund getreten ist. Die Auswertung der von den heutigen Prüfeinrichtungen gelieferten Schaubilder läßt dagegen eine Reihe von Fragen offen und ein großer Anteil des Schrifttums beschäftigt sich hiermit. So sind z. B. auch heute noch die Meinungen über den Wert oder Unwert der Elastizitätsgrenze oder auch der oberen und unteren Streckgrenze geteilt. Ebenso zeigen die Ergebnisse von Dauerversuchen, daß die durch Übereinkunft festgelegten Werkstoffkennwerte des Zerreiversuchs in keinen übersichtlichen Zusammenhang mit der entscheidend wichtigen Dauerwechselfestigkeit zu bringen sind.

Zur Prüfung eines Werkstoffes oder auch ganzer Konstruktionsteile werden die zu prüfenden Teile in einer Prüfeinrichtung eingespannt und auf irgend welche Art unter allmählich wachsende Belastung gesetzt. Der Prüfkörper wird also mit den verschiedenen Baugliedern der Prüfeinrichtung, die entweder im wesentlichen als trge Massen oder aber als Federungen wirken, in einen gemeinsamen Kraftfluß geschaltet. Eine nähere Betrachtung zeigt, daß die Eigenfederung des Gestells, die Zusammendrückbarkeit der Preflssigkeit und auch der Eigenhub der Kraftanzeigergerte der heute üblichen Prüfmaschinen keineswegs zu vernachlässigen sind, daß im Gegenteil die elastische Nachgiebigkeit der Prüfeinrichtungen meist wesentlich größer ist, als die Verformung des Prüfkörpers selbst.^{1,2}

Die sich hieraus ergebende Beeinflussung des Belastungsvorgangs wird in Fig. 1 erläutert. Die Linie OA stelle den Anstieg der Kraft mit wachsender Verformung in einem Prüfstück dar. Auch in der Belastungsvorrichtung selbst spielt sich hierbei ein Belastungsvorgang ab, der durch die Gerade CA dargestellt werden kann. Im Punkt A herrscht statisches Gleichgewicht zwischen der elastischen Kraft des Prüflings und der elastischen Gegenkraft der Belastungsvorrichtung. Der Prüfling hat sich unter der durch das Stück AB gegebenen Belastung um das Stück OB verformt, während die entsprechende Verformung

der Belastungsvorrichtung durch das Stück CB dargestellt wird. Die beiden Winkel α und β geben die Größe der Federkonstanten des Prüfstücks bzw. der Belastungsvorrichtung an. Tritt nun plötzlich eine plastische Dehnung des Prüfstücks von A nach D ein, so sucht sich der Prüfkörper gemäß der Linie DO' zu entlasten. Im Schnittpunkt E dieser Geraden mit der Belastungslinie der Prüfeinrichtung kommt die Anordnung wieder ins Gleichgewicht, denn hier ist die im Prüfling herrschende Kraft wiederum gerade gleich der elastischen Gegenkraft der Belastungsvorrichtung. Durch das plastische Fließen von A nach D kommen zwei Effekte zustande. Die ursprüngliche Spannung fällt um das Stück AA' ab, während die außen meßbare Verformung des Prüflings sich um das Stück A'E vergrößert hat. Man erkennt sofort, daß dieser Vorgang nicht nur vom Prüfling, sondern sehr stark auch von den elastischen Eigenschaften der Prüfeinrichtung abhängig ist. Je nach der Eigenfederung der Prüfeinrichtung,

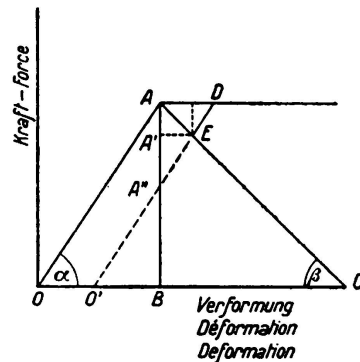


Fig. 1.

also im wesentlichen je nach der Neigung der Geraden CA sind die Ergebnisse ganz verschieden. Eine sehr „weiche“ Maschine, die zur Erreichung der Kraft AB eine sehr große eigene Verformung aufgezwungen erhält, zeigt innerhalb der hier zu besprechenden sehr kleinen Verformungen des Prüfkörpers einen angenähert horizontalen Verlauf der Linie CA. Die Verlängerung des Prüflings um AD erfolgt deshalb unter angenähert gleichbleibender Spannung, und die außen meßbare Verformungszunahme entspricht diesem Stück AD. Eine solche weiche Maschine kann auch als Nachwirkungsmaschine angesprochen werden, da sie einen einsetzenden Fließvorgang unter gleichbleibender Last abrollen läßt. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei einer „harten“ Maschine, deren Kennlinie im Grenzfall unendlich großer Federkonstanten durch die Senkrechte AB gegeben ist. Durch das Fließen des Prüfstücks sinkt jetzt die Last von A nach A'', wobei die außen meßbare Verformung des Prüflings unverändert bleibt. Eine solche harte Maschine kann auch als Relaxationsmaschine angesprochen werden, denn bei ihr bleibt die anfängliche Verformung aufrecht erhalten und der einsetzende Fließvorgang hat eine entsprechende Lastabnahme zur Folge. Die heutigen Maschinen liegen zwischen diesen beiden Grenzfällen und ihre Angaben sind ohne Kenntnis ihrer eigenen Elastizität nicht ohne weiteres zu vergleichen.

Diese theoretischen Ableitungen wurden durch eine Reihe von Versuchen des Verfassers erhärtet. Auch an mehreren Forschungsstellen wird nunmehr diesen Fragen nachgegangen, die von grundsätzlicher Wichtigkeit für die Werkstoffprüfung sind.

Bereits in der unter ¹ genannten Arbeit wurde vom Verfasser vorgeschlagen, eine vorhandene Prüfmaschine dadurch weich zu machen, daß eine Feder in den Kraftfluß eingeschaltet wird. Derartige Versuche wurden von *G. Welter*³ durchgeführt, deren Ergebnis den Erwartungen entspricht. Eine durch Zwischenschaltung einer Feder künstlich weich gemachte Prüfmaschine muß nach den obigen Ableitungen einen einsetzenden Fließvorgang unter gleichbleibender Spannung ablaufen lassen. Es kann also z. B. ein Werkstoff, der bei der üblichen Prüfung eine obere und untere Streckgrenze zeigt, auf einer solchen Maschine keinen Spannungsabfall zur unteren Streckgrenze zeigen, was bestätigt gefunden wird.

Bei sehr großen Kräften ist die Zwischenschaltung einer Feder nicht möglich, da diese sehr große Abmessungen annehmen würde. Beim Losenhausenwerk Düsseldorf wurde daher nach einem Vorschlag von *Baurat von Bohuszewicz*

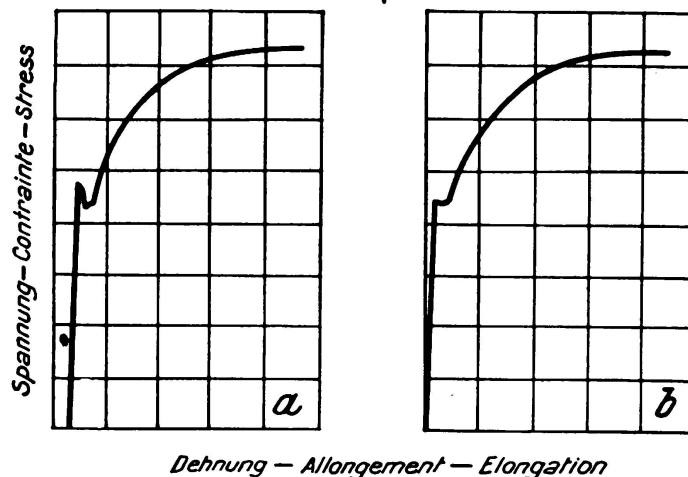


Fig. 2.

Fließvorgang auf üblicher Maschine (a).

„ nach Vergrößerung des Preßwasserraums (b).

eine hydraulische 60 t-Maschine dadurch weich gemacht, daß zum Preßzylinder ein großer Druckwasserbehälter zugeschaltet wurde. Das Ergebnis zeigt Fig. 2. Links ist die Kurve dargestellt, die sich bei dem üblichen Gebrauch der Maschine zeigt. Eine klare Ausbildung von oberer und unterer Streckgrenze ist erkennbar. Wurde nun die Maschine durch Zuschaltung des Druckwasserbehälters künstlich weich gemacht, so lieferte ein zweiter Prüfstab desselben Werkstoffs die rechte Kurve. Man erkennt, daß der Fließvorgang infolge der großen Nachgiebigkeit des Preßwassers nunmehr unter gleichbleibender Last verläuft. Es lassen sich eine große Zahl von weiteren Folgerungen für die Abhängigkeit der Ausbildung von oberer und unterer Streckgrenze von den Prüfbedingungen angeben, worauf jedoch hier nicht eingegangen werden kann.

Von Interesse ist jedoch eine Versuchsreihe, die vom Verfasser kürzlich beendet wurde, und die gerade den umgekehrten Weg beschreitet. Wenn man eine Maschine sehr hart macht, so ist zu hoffen, daß wesentlich schärfer in die Vorgänge belasteter Werkstoffe eingedrungen werden kann.⁴ Bekanntlich werden an rotierenden Dauerbiegemaschinen häufig sogenannte Kurzversuche ausgeführt,

bei denen die Durchbiegung des rotierenden Stabes in Abhängigkeit von der Belastung aufgetragen wird. Die bekannte Maschine von *Schenck-Darmstadt*, aber auch andere Maschinen bringen die Belastung durch Gewichte auf. Hierbei wird als Durchbiegungslinie eine Linie erhalten, die allmählich vom geradlinigen Verlauf abweicht. Macht man jedoch eine solche Maschine künstlich hart, derart, daß die Belastung durch eine Feder aufgebracht wird, die wesentlich härter ist als der Prüfstab selbst, so erhält man einen Verlauf der Durchbiegungskurve, der sehr lebhaft an Zerreißkurven mit oberer und unterer Streckgrenze erinnert. Die Spannung fällt ganz deutlich von einer „oberen“ zu einer „unteren“ Laststufe ab. Bei sehr plastischen Werkstoffen, z. B. bei Aluminium, besteht die ganze Belastungskurve aus einer großen Anzahl von solchen Lastsprüngen. Ferner wurde gefunden, daß die Empfindlichkeit ausreicht, selbst den wichtigen Fragen der Kerbwirkung nachzugehen. Im Einzelnen muß auf die demnächst erscheinende Arbeit verwiesen werden.⁵

Aus diesen Betrachtungen ergeben sich einige wichtige Folgerungen für die Weiterentwicklung von Prüfmaschinen. Insbesondere wird es in Zukunft gelingen, durch systematische Ausbildung wesentlich härtere Maschinen herzustellen. Derartige Maschinen haben den unschätzbaren Vorteil, daß sie werkstoffbedingte, kritische Belastungsgrenzen sehr scharf durch einen deutlich erkennbaren Spannungsabfall anzeigen. Die heute üblichen Prüfmaschinen dagegen verwischen diese wichtigen Grenzübergänge infolge ihrer eigenen Nachgiebigkeit bis zur völligen Unkenntlichkeit.

Schrifttum.

- ¹ *W. Späth*: Arch. Eisenhüttenwesen 9 (1935/36) S. 277.
- ² *W. Späth*: Meßtechnik, XII (1936) S. 21.
- ³ *G. Welter*: Metallwirtschaft XIV (1935) S. 1043.
- ⁴ *W. Späth*: Metallwirtschaft, 16 (1937) S. 193.
- ⁵ *W. Späth*: Z.V.D.I. erscheint demnächst.

Die Firma Schenck-Darmstadt stellt neben der üblichen Maschine mit Gewichtsbelastung nun auch diese neuartigen, „harten“ rotierenden Dauerbiegemaschinen her.