

wenn man die verschiedenen Lieferanten gleich behandeln will, und die Lieferanten werden gut thun, bei etwaigen Kontrollversuchen an anderen Orten sich davon zu überzeugen, dass sie bei diesen Versuchen nicht benachtheiligt sind.

**263.** Nach den bisher in der Charlottenburger Anstalt ausgeführten Fallzerreissversuchen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die Formänderungen beim Fallzerreissversuch genau so verlaufen, wie beim Zerreibversuch unter ruhiger Last. Ja, scheinbar ist die Formänderungsfähigkeit gewisser Materialien, z. B. des Flusseisens, auch beim Zerreiben durch einen einzigen Stoss nicht beeinflusst; beim Zerreiben durch mehrere Stösse fand man die Dehnung oft grösser als beim Zugversuch. Diese Beobachtung lässt sich aber nicht auf alle Materialien übertragen. In den Fig. 191 und 192 bedeutet das Zeichen *k*: „der Stab wird krispelig“ und *e*: „der Stab beginnt einzuschnüren“.

**264.** Die Brucherscheinungen beim Fallzerreissversuch sind die gleichen wie beim Zugversuch unter ruhiger wirkender Belastung.

**265.** Als Gütemaassstab beim Schlagzerreissversuch kann entweder die Summe der Schlagarbeiten einer Anzahl Schläge von bestimmter spezifischer Schlagleistung genommen werden, die den Bruch der Probe herbeiführt, oder man sucht noch zweckmässiger den Bruchfaktor für Zerreiben unter Schlagwirkung auf, d. h. diejenige spezifische Schlagarbeit, die den Probestab mit einem einzigen Schläge gerade noch zum Bruch bringt.

## 5. Biegeversuch.

### a. Versuchsausführung.

#### Allgemein.

**266.** Der Biegeversuch unter dem Fallwerk ist eins der ältesten Versuchsverfahren. Er wird meistens so ausgeführt, dass man den Probekörper über zwei Stützen legt und den Bären in der Mitte zwischen beiden Stützpunkten auftreffen lässt. Die zur Erzeugung des Bruches oder einer bestimmten Durchbiegung erforderliche Schlagzahl *z* oder die hierzu erforderliche Schlagarbeit  $zA = zhG$  in cm kg wird gemessen.

Die Art der Formänderungsmessung richtet sich nach der Art und Form der Probe. An balkenförmigen Körpern stellt man die Durchbiegung  $\delta$  in der Mitte fest. Hierbei werden in der Praxis mehrere Messverfahren befolgt, die von einander abweichende Ergebnisse liefern.

**267.** In der Charlottenburger Versuchsanstalt wird in Uebereinstimmung mit dem in vielen öffentlichen Anstalten benutzten Bauschingersehen Messverfahren für Biegeversuche (180 S. 131) die Messung an drei Punkten *a a<sub>1</sub> a* Fig. 193 ausgeführt, von denen *aa* vor dem Versuch in einer Entfernung gleich der Stützweite und *a<sub>1</sub>* in der Mitte dazwischen, in die Linie der Staboberfläche eingeschlagen werden, die der neutralen Faserschicht des Stabes entspricht. Man misst mit einem stangenzirkelartigen Dreispitzzirkel die Länge *l<sub>1</sub>* der Sehne *aa* und die Entfernung  $\delta_1$  des Punktes *a<sub>1</sub>* von der Sehne *aa*.

**268.** Den theoretischen Entwicklungen der Festigkeitslehre würde es mehr entsprechen, wollte man das zweite Messverfahren benutzen und

die gleiche Messung von den Punkten  $cc$  über den Auflagern aus vornehmen, so dass also die Sehnenlänge stets  $cc=l$  bliebe und die Entfernung  $\delta$  des Punktes  $a_1$  von der Sehne  $cc$  gemessen würde.

Da in der That aber die Auflagern nicht mit scharfen Kanten ausgeführt werden dürfen, weil sie sonst sehr schnell zerstört werden oder das Probestück beschädigen würden, so wird bei Biegung der Probe die Stützweite thatsächlich immer verkleinert und zwar um so stärker, je grösser die Abrundung des Auflagers ist, wie aus Fig. 194 hervorgeht. Also auch dieses zweite Messverfahren würde keine der theoretischen Anschauungsweise streng entsprechenden Ergebnisse liefern. Ausserdem verliert die Messung der Durchbiegung für den Konstrukteur praktisch an Werth, je mehr die bleibende Formänderung Geltung bekommt.

Für die Materialbeurtheilung, die immer nur eine vergleichende

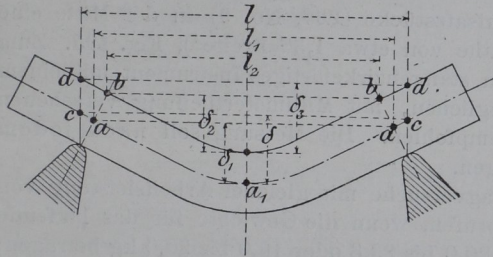


Fig. 193.

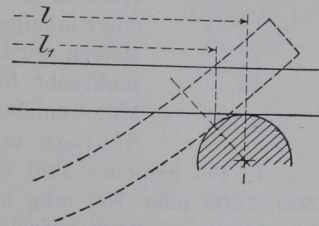


Fig. 194.

sein wird, ist der gemachte Fehler von minderer Bedeutung; es kommt nur darauf an, dass stets das gleiche Verfahren benutzt wird.

In der Praxis pflegt man daher die beiden folgenden einfacheren Verfahren anzuwenden.

**269.** Beim ersten Verfahren legt man ein Richtscheit von der Länge  $l$  auf die obere Fläche der Probe, so dass seine Ecken in die Punkte  $dd$ , Fig. 193, fallen, und misst den Abstand  $\delta_3$  der Oberfläche von der Mitte der stets gleich langen Sehne  $dd$ . Zuweilen wird auch in einer Schnur durch zwei Knoten der Abstand  $l$  bezeichnet und  $\delta_3$  von der über  $dd$  gespannten Schnur ausgemessen. Die Eisenbahnverwaltungen schreiben ein Richtscheit von der Länge  $l$  vor, in dessen Mitte ein Schieber die Grösse  $\delta_3$  anzeigt.

**270.** Beim zweiten Verfahren bezeichnet man an der oberen Körperfläche die Punkte  $bb$  so, dass sie am geraden Stücke den Abstand  $bb=l$  haben, und misst nachher den Abstand  $\delta_2$  an einer über  $bb$  ausgespannten Schnur.

Wenn nichts Besonderes gesagt ist, soll in diesem Buche bei Mittheilung der Biegemessungen von Fallversuchen immer das unter Absatz 269 mitgetheilte Messverfahren vorausgesetzt werden.

#### Prüfung von Eisenbahnmaterialien.

**271.** Seitdem die Eisenbahnen sich den Fallversuchen wieder zugewendet haben, haben diese Versuche eine erhöhte Bedeutung gewonnen, und deshalb seien hier in einem besonderen Abschnitt diejenigen Vorschriften

mitgeteilt, welche die deutschen Eisenbahnverwaltungen für die Ausführung von Fallversuchen zur Erprobung von Eisenbahnbau- und Betriebsmaterialien aufgestellt haben.

Der wesentliche Inhalt ist etwa folgender:

1. Der Ursprung, das Material, die Hauptabmessungen und die Querschnittsform des Körpers sind genau anzugeben.

2. Für Schienen ist die Stützweite  $l=1^m$  und die ganze Länge  $L=1,3^m$  [die Probe soll keine Laschenlöcher enthalten], für Axen ist  $l=1,5^m$  zu nehmen.

3. Die Durchbiegung von Axen und Schienen soll an der oberen Fläche gemessen werden, und zwar immer in Bezug auf die ursprüngliche Entfernung der Auflagerpunkte [das ist also das in Abs. 268 besprochene Messverfahren]. Damit an der betreffenden Stelle das Probestück nicht gestaucht werde, erhalten die Aufsatzstücke (226, No. 9) in der Mitte eine eingehobelte Nuthe von etwa  $1,3^m$  Breite<sup>1)</sup>, Fig. 195. Zum Messen wird ein stangenzirkelartiges Instrument mit einem senkrecht beweglichen, mit Millimetertheilung versehenen Mittelschieber empfohlen. Die Messung soll nach jedem Schlage erfolgen.

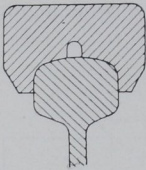


Fig. 195.

4. Bei Schienen sind Schlagversuche mit gleicher Arbeitsleistung von 1500, 1000 oder 750 mkg zu prüfen, wenn die Gewichte für das laufende Meter mehr als 23,8, zwischen 20,0 bis 23,8 oder 16,0 bis 20,0 kg betragen; bei Axen mit Arbeitsleistungen von 3000 mkg auszuführen, und zwar sollen die Schläge in beiden Fällen auf dieselbe Seite des Probestückes erfolgen. [Es war früher auch gebräuchlich, das Stück nach jedem Schlage um  $180^0$  zu drehen.]

Lokomotivaxen sind mit 5600 mkg [ $7^m \times 800$  kg], Tenderaxen mit 4200 mkg [ $7^m \times 600$  kg] zu prüfen.<sup>2)</sup>

5. Bei Radreifen [die aufrechtstehend unter das Fallwerk gebracht werden] soll die anzuwendende Arbeitsleistung 3000 mkg betragen [Aufsatzstücke, Abs. 226, No. 9]; nach jedem Schlage ist sowohl die Verminderung des senkrechten als auch die Vergrößerung des wagerechten lichten Durchmessers mittelst Schiebertaster, da mit Millimetertheilung versehen ist, zu messen.

6. Bei etwa einem Drittel der Probestücke ist die Schlagprobe bis zum Bruch fortzusetzen; nöthigenfalls ist der Bruch bei den Schienen, Axwellen und Radreifen durch Einkerbung derselben herbeizuführen.

7. Ungewöhnliche Erscheinungen in der Formänderung des Probestückes und am Bruche sind eingehend zu untersuchen und aufzuschreiben, ebenso ist der Wärmezustand der Probe während des Versuches niederzuschreiben.

8. Endlich wird noch vorgeschrieben, dass neben den Fallversuchen auch Zerreißversuche anzustellen sind, zu denen die Proben aus den bei

<sup>1)</sup> Die Bedingungen für Schienenlieferungen von 1896 erwähnen diese Nuthe nicht mehr.

<sup>2)</sup> Hier sind, abweichend von dem sonst angenommenen Grundsatz, nicht die mkg, sondern die Einzelfaktoren  $G$  und  $H$  vorgeschrieben, und zwar so, dass eine Auswechslung des Bären stattfinden muss, wenn von der Prüfung der Lokomotivaxen auf Tenderaxen übergegangen werden soll.

den Schlagversuchen am wenigsten verbogenen Stellen zu entnehmen sind. Die aus den Radreifen entnommenen Proben dürfen aus den bei möglichst schwacher Erwärmung gerade gerichteten Stücken der am wenigsten verbogenen Stellen kalt herausgearbeitet werden.

9. Um einen Ueberblick über die Anstrengungen und namentlich über die Formänderungsfähigkeit des Materiales zu gewinnen, sollen an den Stellen stärkster Biegung die Dehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit des Materiales an Theilungen festgestellt werden, die vor dem Versuch an diesen Stellen angebracht wurden. Bei den Schienen soll also in der Mitte des Kopfes mit einem Stahlbandmaass eine Centimetertheilung aufgetragen werden, Fig. 196. Nach dem Versuch ist dann an dieser Theilung die Dehnungs- oder Stauchungsgrösse durch Ausmessen der Längen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  u. s. w. zu bestimmen. Die Aussparung von 1,3 cm Breite in dem Aufsatzstück [Satz 3, S. 190, Fig. 195] hat zugleich den Zweck, diese Theilung vor der Vernichtung zu schützen.<sup>1)</sup>

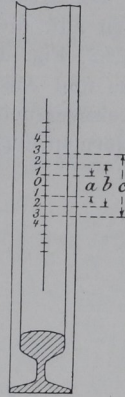


Fig. 196.

### β. Fließ- und Brucherscheinungen.

272. Wie beim Zerreißversuch (106—112, S. 67 u. 73) machen sich auch beim Biegeversuch und beim Schlagbiegeversuch bei Ueberschreitung der Streckgrenze des Materiales an der Staboberfläche Fließerscheinungen bemerkbar. Da beim Biegeversuch die Streck- oder die Quetschgrenze immer nur örtlich beschränkt an den Stellen grösster Inanspruchnahme überschritten wird, so kann man aus der genauen Verfolgung der Erscheinungen beim Fließen oft einen Anhalt über die wirklichen Spannungsvertheilungen gewinnen und kann namentlich über die Inanspruchnahmen von Bruchstücken eines Konstruktionstheiles zuweilen Aufschluss über die Bruchursachen bekommen. Wenn auch die Studien über die Fließerscheinungen noch lange nicht zum Abschluss geführt sind, so erscheint es doch zweckmässig, auf diese Vorgänge aufmerksam zu machen, um zur weiteren Verfolgung anzuregen (L 120, 122).

273. Wenn ein blank bearbeiteter Stab aus weichem Flusseisen bleibende Durchbiegung erfährt, so bedeckt er sich in der Mitte mit flammenförmigen geästelten Figuren, Fig. 197, die zwei halbmondförmige Höfe bilden. Diese Höfe nähern sich einander in der neutralen Faserschicht, wo meistens ein mehrere Millimeter breiter Raum unverändert bleibt, ein Zeichen dafür, dass in der Nähe der neutralen Faser auch bei starken Verbiegungen die Streckgrenze nicht erreicht wird (Tab. 2, Fig. 41).

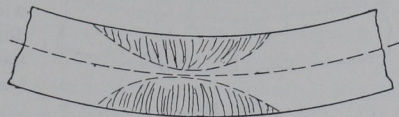


Fig. 197.

274. Bei Schienen und anderen noch mit der Walzhaut behafteten Stäben wird die Walzhaut, ebenso wie bei den Zerreißversuchen, an den Stellen abgeworfen, wo Strecken eintritt. An solchen Stücken kann man

<sup>1)</sup> In den 1896 für die Lieferung von Schienen für die preussischen Staatsbahnen ausgegebenen Lieferungsbedingungen fehlen diese Vorschriften.

die Flusserscheinungen zuweilen sehr deutlich sehen, Fig. 198. Es bilden sich wiederum die beiden halbmondförmigen Höfe aus, aber zugleich treten aus den Zwickeln zwischen ihnen strahlenförmig angeordnete gebogene Linien auf, die von anderen Liniengruppen senkrecht durchschnitten werden (Taf. 2, Fig. 42). Diese Linien geben einen Hinweis auf die Entstehungsweise und Ausbildung der Höfe und bekunden, wie es sich schon bei den Zerreißversuchen (107, S. 68) ergab, dass das Strecken nicht lückenlos, sondern sprungweise in einzelnen Flächen des Körpers stattfinden muss, indem

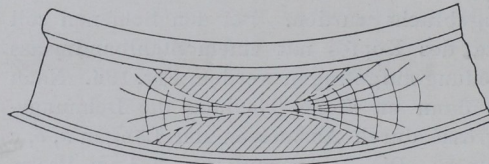


Fig. 198.

gewisse in regelmässiger Folge geordnete Körpertheile eine Verschiebung gegeneinander erfahren. Hierdurch kommen jene regelmässig angeordneten und sich unter rechten Winkeln kreuzenden Linien zustande. Die beiden halbmondförmigen Höfe entstanden in gleicher Weise, nur liegen in ihnen die Linien bereits so eng aneinander, dass fast aller Zunder [Walzhaut] abgesprungen ist, wenn die letzten Strahlen in den Zwickeln sich bilden. Auch über den Auflagern bilden sich ähnliche Linienschaaren, die in jene Strahlen zwischen den Zwickeln übergehen (L 120).

Das genauere Studium dieser ausserordentlich gesetzmässigen Erscheinungen dürfte sich empfehlen, wobei namentlich darauf zu achten sein wird, wie sich die Flusseisensorten verhalten, bei denen die Streckgrenze durch einen plötzlichen Uebergang ausgezeichnet ist, wie Fig. 4 Absatz 38 S. 21 zeigt, gegenüber denjenigen Sorten, bei denen dieser plötzliche Uebergang nicht vorhanden ist. Diese Materialien müssen wohl in ihren Flusserscheinungen charakteristische Unterschiede geben. Ich will hier nur wiederholt andeuten, dass man ja vielfach die Vermuthung aussprach, dass diese Flussvorgänge auch mit Aenderungen des chemischen und physikalischen Zustandes des Eisens verknüpft sind (L 158 und 120). Es ist auffallend, wie leicht solche geflossenen Stellen rosten, so dass zuweilen die Flussfiguren erst durch das nachträgliche Rosten klar erkennbar werden (L 159).

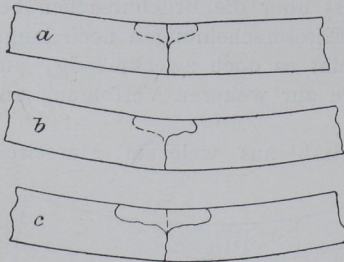


Fig. 199.

275. Auch die Brucherscheinungen und die Bruchformen bei Schlagbiegeversuchen stimmen genau mit denen überein, die man bei Biegeversuchen unter ruhender Last bekommt. Bei prismatischen Stäben von Flusseisen tritt z. B. der Bruch je nach der Gefügeart des Materiales verschieden auf. Am meisten findet man die in Fig. 199<sup>1)</sup> dargestellten Fälle

- a) gerader ebener Bruch,
- b) zackiger Bruch,
- c) dreitheiliger Bruch.

<sup>1)</sup> Vergleiche auch die von Bach gegebenen Abbildungen (L 138, 1888, S. 1092 Fig. 1—3) von Gusseisen.

Die ersten beiden Bruchformen kann man als aus der dritten entstanden ansehen, vergl. die punktirten Linien in Fig. *a* bis *c* und (Taf. 2, Fig. 27 und 28).

Das in diesen Bruchformen steckende Gesetz wird noch klarer, wenn man die Bruchformen zusammenstellt, die bei Schlagbiegeversuchen mit Eisenbahnschienen sich ergeben (*L 122*).

In Fig. 200 *A* sind alle regelmässig vorkommenden Bruchformen enthalten; die Hauptformen sind in Fig. *B* bis *E* besonders dargestellt. Man sieht, dass der Bruch ziemlich genau den Grenzen jener halbmondförmigen Zonen zu folgen scheint. Der ideale Bruch, wie er in Fig. *A* gezeichnet ist, müsste vier Bruchstücke liefern. Zuweilen kommen wirklich alle Bruchstücke zu Stande, in der Regel jedoch bleibt der eine oder der andere Zwickel an den Hauptbruchstücken *a* und *b* sitzen, und dann entstehen die in Fig. *B* bis *E* gegebenen Bruchformen. Bilden sich einmal die Stücke *c* und *d* vollkommen aus, so erkennt man an ihnen fast immer das Bestreben, sich nach den punktirten Linien nochmals zu trennen. Findet der Bruch rein nach der geraden punktirten Linie statt, so dass  $c/2$  und  $d/2$  an *a* und *b* haften bleiben, so hat man einen und *b* haften bleiben, so hat man einen und glatten (ebenen) Bruch, der in der Charlottenburger Anstalt auch als Bruch senkrecht zur Axe bezeichnet wird. Bleibt das Kopf- und Fussstück *c* oder *d* an *a* oder an *b* hängen, so hat man zackigen Bruch oder Bruch schief zur Axe. Eine besondere Form hiervon bildet Fig. *D*, bei welcher  $c/2$  fehlt und  $d/2$  vorhanden ist. Unter Umständen werden aus dem Fuss der Schiene noch zwei Zwickel *e* herausgebrochen, die ebenfalls nach den punktirten Linien Anbrüche zu haben pflegen (Taf. 2, Fig. 31—41 und 43).

**276.** Auch die Bruchlinien, wie sie bei den Zerreißversuchen vorkommen (*121*, S. 79), finden sich an allen Brüchen, die von Biegeversuchen und Schlagbiegeversuchen herrühren. Man erkennt sie am deutlichsten bei feinkörnigen Materialien. Tafel 2, Fig. 27, 28 und 31 zeigen solche bei Biegeversuchen entstandenen Bruchflächen. Man erkennt, dass auch hier, ebenso wie in Fig. 80, S. 79, die Bruchlinien von einem Punkte in der gezogenen Fläche ausstrahlen und über die ganze Bruchfläche verlaufen, indem sie sich schliesslich nahezu senkrecht zu den Staboberflächen stellen. Die Bruchflächen bilden dann mehr oder minder deutliche gebogene concentrische Wellen; in den Thälern werden die Bruchlinien schärfer und deutlicher ausgeprägt; auf den Wellenbergen pflegen sie sich zu spalten. Die Einzelheiten dieser Erscheinungen treten aber noch deutlicher bei den Bruchflächen auf, die bei Ausführung von Dauerversuchen gewonnen werden. Deshalb soll hierauf erst in dem Abschnitt *i*, der von den Dauerversuchen handelt, eingegangen werden.

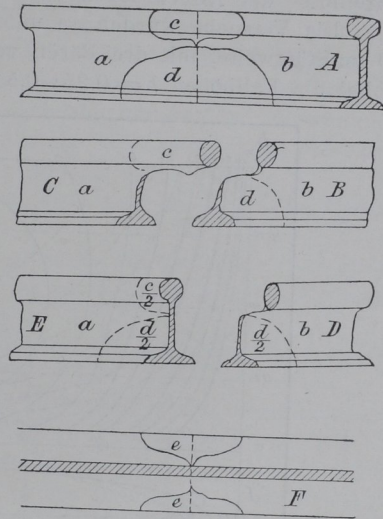


Fig. 200.

### γ. Einfluss der Geschwindigkeit.

277. Wie bei den Stauchversuchen (242, S. 170) hervorgehoben wurde, hat Kiek (*L 100*) Versuche mitgeteilt, aus denen er ableitete, dass die Fallgeschwindigkeit nur einen unwesentlichen Einfluss auf die Grösse der Formänderung habe.

Rotter hat mehrere Reihen von Schlagbiegeversuchen an kleinen Körpern ausgeführt, die benutzt werden können, um zu erforschen, ob etwa auch für Biegeversuche die Kicksche Wahrnehmung zutrifft. Die Ergebnisse der Rotterschen Versuche sind in Fig. 201 dargestellt.

Die Versuche wurden an unter sich ganz gleichen Probekörpern, bei 20 cm Stützweite, mit drei Bären von 10, 20 und 40 kg Gewicht ausgeführt, wobei die Fallhöhen  $h = 0,25; 0,5$  und  $1,0$  m zur Anwendung kamen und

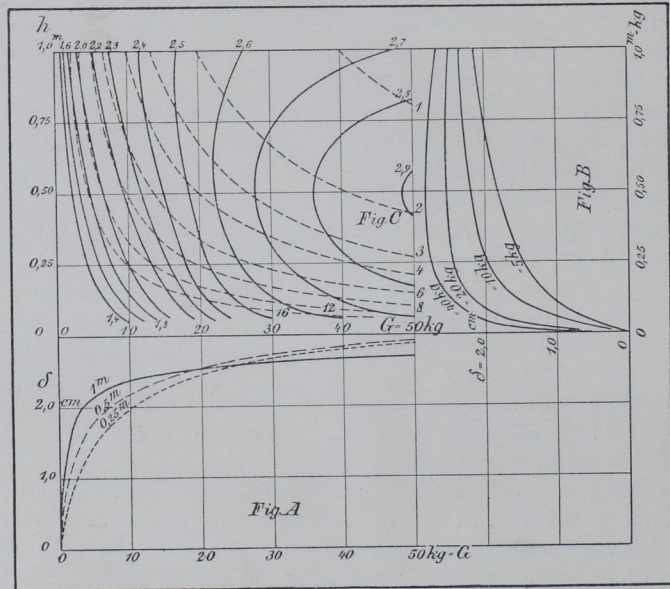


Fig. 201.

Versuche von Rotter über den Einfluss der Geschwindigkeit beim Fallbiegeversuch.

immer soviel Schläge ausgeübt wurden, dass die Gesamtarbeit des Bären  $ZA = 40$  mkg wurde, worin  $Z$  die Zahl der angewendeten Schläge. In Fig. A sind nach den Beobachtungswerten diejenigen Durchbiegungen  $\delta$  eingetragen, die bei  $h = 0,25; 0,5$  und  $1,0$  m durch eine Gesamtschlagarbeit von  $40$  mkg erzielt wurden. Hiernach sind die mit den Zahlen für  $h$  bezeichneten Ausgleichlinien gezogen. Die Linien müssen von Null ausgehen, da mit dem Bärsgewicht Null keine Durchbiegung erzielt werden kann. In gleicher Weise sind nach den Versuchsergebnissen die Linien in Fig. B entworfen, indem nach den Fallhöhen  $h$  und den erzielten Durchbiegungen  $\delta$  geordnet wurde. Die Linien gaben also die mit verschiedenen Bärsgewichten durch die Gesamtleistung von  $A = 40$  mkg erzielten Durchbiegungen an; auch diese Linien müssen von Null auslaufen. In Fig. C ist aus diesen beiden Darstellungen der Grundriss für die Darstellung der

Raumfläche entworfen, welche das aus den Rotterschen Versuchen ableitbare Gesetz für die Abhängigkeit der durch eine Gesamtarbeit von 40 mkg an den von Rotter verwendeten, unter einander völlig gleichen Probekörpern erzielten Durchbiegung  $\delta$  von den Einzelfaktoren  $h$  und  $G$  vorstellt.

**278.** Man sieht aus Fig. 201, dass die Wirkung der gleichen Arbeitsleistung unter den verschiedenen möglichen Versuchsbedingungen keineswegs die gleiche ist. Sie wechselt mit dem Bärgewicht und der Fallhöhe. Aber auch bei gleicher Arbeitsleistung für jeden Schlag ist die Wirkung nicht gleich. Die feinen gestrichelten hyperbolischen Linien stellen die Linien gleichen Produktes  $hG$ , d. i. gleicher Schlagarbeit für jeden Schlag dar; sie geben zugleich die zur Erzeugung von 40 mkg Gesamtleistung erforderliche Schlagzahl an, und mit diesen Zahlen sind sie am rechten Ende auch bezeichnet worden. Sie schneiden die stark ausgezogenen und am oberen [bez. unteren] Ende bezeichneten Linien [Niveaulinien] gleicher Durchbiegung. Das dürfte nicht der Fall sein, wenn die Formänderung nur von der Grösse  $A = hG$  abhängig wäre.

**279.** Aus den Schaubildern lassen sich nun die folgenden Gesetze ableiten:

- a) Wuchtige Schläge haben eine grössere Durchbiegung zur Folge, als eine grössere Anzahl schwacher Schläge von gleicher Gesamtarbeitsleistung [vergl. Abs. 245].
- b) Bei gleicher Arbeitsleistung  $hG$  für den Schlag erzielen die grösseren Bärgewichte eine grössere Durchbiegung.

Rotter hat Versuchsreihen mit härterem Flusseisen ausgeführt, das mit  $Z$  Schlägen gleicher Arbeitsleistung zu Bruche gebracht wurde. Um den Bruch herbeizuführen, war bei wuchtigen Schlägen eine geringere Gesamtarbeit erforderlich, als bei schwachen Schlägen. Auch hier war, bei gleicher Arbeitsleistung für den Schlag, die zur Erzeugung des Bruches erforderliche Gesamtarbeit bei den grösseren Bärgewichten geringer als bei den leichteren Bären.

Man findet also wieder die früher bei den Stauchversuchen gewonnenen Erfahrungen bestätigt.

#### δ. Einfluss der Probenform und das Aehnlichkeitsgesetz.

**280.** Ueber den Einfluss der Probenform und darüber, in welchem Maasse das Aehnlichkeitsgesetz bei Schlagbiegeversuchen zutreffend ist, sind bislang noch keine ausreichenden Versuche gemacht worden. Soviel ist aber ohne weiteres klar, dass die Probenformen nach Grundsätzen gewählt werden müssen, die dem hier in der gleichen Form, wie bei den Biegeversuchen, auftretenden Aehnlichkeitsgesetz gerecht werden. Denn wenn Abweichungen von diesem Gesetz gefunden werden, so wird dies immer seine Ursache darin haben, dass nur die Bruttoarbeit des Bären gemessen werden kann und dass von dieser ein je nach den Umständen verschiedener Antheil verloren geht. Dieser Antheil dürfte bei gleicher Schlagarbeit für jeden Schlag verschieden ausfallen, je nach dem Antheil, den das Bärgewicht  $G$  in der Gleichung  $A = hG$  hat. Für die Forderungen des Aehnlichkeitsgesetzes kommt die Nettoarbeit, d. h. diejenige Arbeit in erster Linie in Betracht, die wirklich zur Formänderung aufgewendet wird.

**281.** Ein Umstand, der die Durchbiegung beeinflussen muss, ist durch



die überstehenden Enden des Probestückes an den Auflagern gegeben, Fig. 202, die wegen der Trägheit ihrer Masse beim Beginn der Formänderung gegen die theoretische Lage *a*, wie sie den Stabenden nach dem

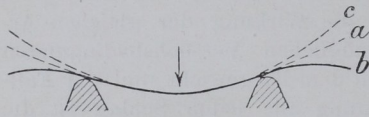


Fig. 202.

Schläge zukommen würde, zurückbleiben und dann über diese Lage hinaus nach *c* geschwungen werden. Die Grösse der Wirkungen ist abhängig von der Länge des überstehenden Endes. Der Erkenntniss dieses Umstandes veranlasste die Eisenbahnverwaltungen, für Schlagver-

suche mit Schienen die Gesamtlänge der Probe von 1,3 m vorzuschreiben (271, No. 2). Für Axen war eine solche Vorschrift nicht nothwendig, da sie ohnehin bestimmte Längen haben.

### g. Einfluss der Geschwindigkeit bei Festigkeitsversuchen.

282. Wiederholt wurde bereits die Frage gestreift, ob die Geschwindigkeit, mit welcher die Formänderung vollzogen wird, von Einfluss auf das Ergebniss des Versuches ist, also auf die Grösse der Spannungen an der Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze, oder auf die Grösse der Dehnbarkeit und Querschnittsverminderung. Diese Frage ist natürlich von grösster praktischer Bedeutung für das Materialprüfungswesen.

283. Vergewenwärtigt man sich, was früher, z. B. über das Verhalten von Magnesium beim Zerreißversuch gesagt wurde (53, S. 28), so ergibt sich aus dem Umstande, dass bei den einzelnen Belastungsstufen sehr beträchtliche Nachstreckungen eintreten, die mit verschiedener, anfangs abnehmender, bei höheren Belastungen aber zunehmender Geschwindigkeit verlaufen, so muss man wohl schliessen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher der Versuch ausgeführt wird, einen Einfluss auf die Versuchsergebnisse haben muss.

284. Bei der Formänderung des Körpers müssen sich die Körperelemente gegen einander verschieben und neue Lagen einnehmen, wenn eine bleibende Formänderung zustande kommen soll. Nachdem man sich bereits an die Ausdrücke „Fliesen, Fließerscheinungen“ u. s. w. gewöhnt hat, kann es nicht mehr befremden, sich den festen Körper gewissermassen als eine sehr zähe Flüssigkeit vorzustellen. Man kann sich davon jeden Augenblick ein Bild machen, wenn man Körper, die den Uebergang zwischen dem flüssigen und festen Zustande bilden, auf ihr Verhalten prüft. Pech erscheint bei schneller Beanspruchung fest und spröde, es bricht wie Glas mit muscheligen Bruch. Wenn man Pechstücke in ein Gefäss wirft und sie lange Zeit sich selbst überlässt, so werden die Stücke ihre Form ändern bis sie zusammengeflossen sind und eine Oberfläche bilden, genau wie eine Flüssigkeit. Stellt man nun das Gefäss geneigt auf, so wird das Pech in einigen Wochen ausfliessen, wie wenn es ausgegossen würde, und der ausfliessende Faden wird hierbei dennoch die Sprödigkeit eines festen Körpers zeigen, wenn man etwa schnell seine Form ändern wollte.

285. Die Zähigkeit oder innere Reibung der Flüssigkeit muss überwunden werden, wenn man ihre Theilchen in Bewegung setzen will. Hierzu ist Arbeit erforderlich. Sollen die Theilchen ihren Weg schneller