

Tabelle XXXIV.

Stoff	Brinellzahl		Rücksprung in Teilung der will- kürlichen Skala nach Shore
	$\zeta_P$	bei Druck $P$ kg	
Blei . . . . .	5,7	200	2—5
Zinn . . . . .	14,5	500	8
Lagerweißmetall (Babbitt) . .	23,0	500	4—9
Zink . . . . .	46,0	500	8
Gold . . . . .	48,0	500	5
Silber . . . . .	59,0	500	6,5
Messing . . . . .	63,0	500	7—35
Kupfer . . . . .	74,0	500	6
Flußeisen mit etwa 0,15% C .	100,0	3000	22
Werkzeugstahl mit etwa 1% C	260,0	3000	30—35
Desgl. gehärtet . . . . .	627,0	3000	100

Aus den angegebenen Gründen wird im besonderen Teile dieses Bandes die mit dem Shoreschen Härteprüfer oder mit anderen Kugelfallvorrichtungen gemessene Rücksprunghöhe nur dann angegeben werden, wenn Angaben über die Härte nach anderen Verfahren fehlen.

### c) Die Bearbeitbarkeit durch schneidende Werkzeuge.

#### 1. Abhängigkeit der Bearbeitbarkeit von der Härte und der Geschmeidigkeit<sup>1)</sup>.

**353.** Die Mehrzahl der Werkstücke aus metallischen Stoffen bedarf zur endgültigen Formgebung der Nachbearbeitung mittels schneidender Werkzeuge, wobei ein Teil des Stoffes in Form von Spänen vom Werkstück entfernt wird.

Je nachdem, ob die Beseitigung eines bestimmten Metallvolumens durch Zerspanen größeren oder geringeren Aufwand an Zeit, maschineller Arbeit und Werkzeugen erfordert, nennt man den Stoff schwer oder leicht bearbeitbar. Es fragt sich nun, in welcher Beziehung der Grad der Bearbeitbarkeit eines Stoffes zu seiner Ritz- oder Kugeldruckhärte steht. Hier gibt bereits die Erfahrung gewisse Anhaltspunkte. So ist z. B. das reine Aluminium schwerer bearbeitbar als Flußeisen, obwohl die Kugeldruckhärte des Aluminiums  $\zeta_{200}$  nach Brinell nur 38, die des kohlenstoffarmen Flußeisens  $\zeta_{3000}$  etwa 100 beträgt. Daraus ist zu schließen, daß außer der Härte, also dem Widerstand gegenüber dem Eindringen eines fremden Körpers, bei der Bearbeitbarkeit durch schneidende Werkzeuge noch andere Einflüsse mitwirken müssen.

Um hierüber Aufschluß zu erlangen, ist es wichtig, sich wenigstens in groben Umrissen ein Bild von dem Vorgang des Spanabhebens zu verschaffen, der in erster Linie durch die Arbeiten von Thieme (*L<sub>4</sub> 102, 103*) aufgeklärt worden ist. Danach ist dieser Vorgang ein Druckversuch nach Art der Abb. 423. Die Druckkraft  $P$  greift außerhalb des Schwerpunkts der Fläche  $CEE_1C_1$  an.  $S$  bedeutet das Werkzeug, das ersetzt gedacht ist durch ein Prisma aus Werkzeugstahl. Die Brustfläche ist  $Br$ , die Rückenfläche  $R$ . In Wirklichkeit würde ein Werkzeug das Aussehen von Abb. 424 haben. Der Einfachheit halber ist in Abb. 423 der Brustwinkel  $\beta$  (vgl. Abb. 424) gleich  $90^\circ$  und der Ansatzwinkel  $\alpha$  (vgl. Abb. 424) gleich Null gesetzt.  $W$  sei das zu bearbeitende Werkstück, von dem ein Teil von der Breite  $b$  und der Tiefe  $t$  weggespannt werden soll. Das

<sup>1)</sup> Unter Geschmeidigkeit soll die Fähigkeit eines Stoffes, sich kaltrecken (293) zu lassen, verstanden werden. Der Grad der Geschmeidigkeit ist um so größer, je weiter das Kaltrecken ohne Zerstörung des Zusammenhanges getrieben werden kann.

Werkzeug  $S$  bewegt sich unter dem Einfluß der Kraft  $P$  in der Richtung des Pfeiles gegen das Werkstück  $W$ . Hierbei wird die Spannung  $\sigma$  auf der Druckfläche  $CDC_1D_1$  wachsen. Die Brust des Werkzeuges  $Br$  bewirkt unter sich die Höhenverminderung  $\lambda_1$  des Werkstückes  $W$ . Das hierbei verdrängte Metall weicht nach den Seiten hin aus, wie in Abb. 423b. Schließlich wächst die Spannung bis zu einem Betrag  $\sigma'$ , bei dem Gleiten des Materials längs einer Ebene  $AB$  stattfindet, die mit der Richtung der Kraft  $P$  den Winkel  $90 - \varphi$  bildet.

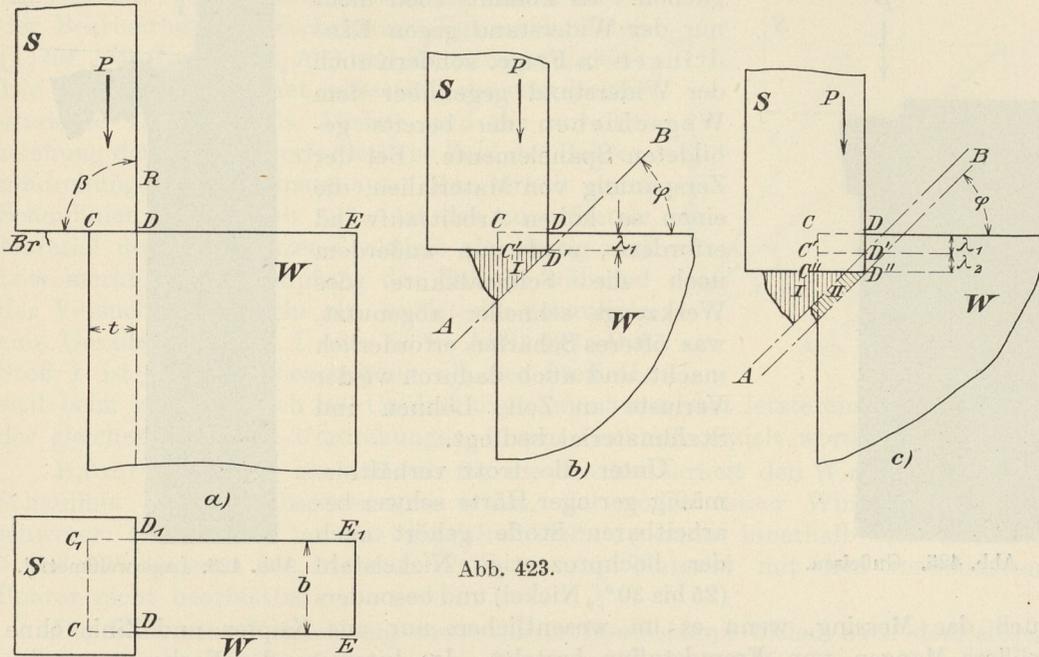


Abb. 423.

Besteht das Werkstück  $W$  aus einem Material, wie z. B. Gußeisen, das auch beim gewöhnlichen Druckversuch mit Kraftangriff im Schwerpunkt der Druckflächen bei einer bestimmten Spannung den Zusammenhang verliert, so findet auch in dem oben beschriebenen Falle nach der Erreichung der Spannung  $\sigma'$  Abtrennung des oberhalb  $AB$  gelegenen in Abb. 423b schraffierten Teiles I längs der Ebene  $AB$  statt. Der Teil I soll als erstes Spänelement bezeichnet werden. Es fällt entweder ganz ab, oder bleibt nur in losem Zusammenhange mit dem Werkstück  $W$ . Jedenfalls setzt es dem weiteren Vordringen des Stahles  $S$  keinen weiteren Widerstand entgegen. S. Abb. 425.

Anders liegt der Fall, wenn  $W$  aus einem geschmeidigen Stoff besteht, der auch bei dem gewöhnlichen Druckversuch trotz Aufwandes großer Arbeit nicht zum Bruch gebracht werden kann (I, 56, 125 bis 128). Dann findet nach Erreichen einer Grenzspannung  $\sigma'$  keine Abtrennung nach  $AB$  statt, sondern das Spänelement muß beim Vorrücken des Werkzeuges  $S$  unter Verbrauch von Formänderungsarbeit längs der Ebene  $AB$  herausgeschoben werden, etwa wie in Abb. 423 c, während gleichzeitig die Bildung eines neuen Spänelementes II in ähnlicher Weise wie beim Element I einsetzt. Als Beispiel diene Abb. 426, die einem mit Lagerweißmetall

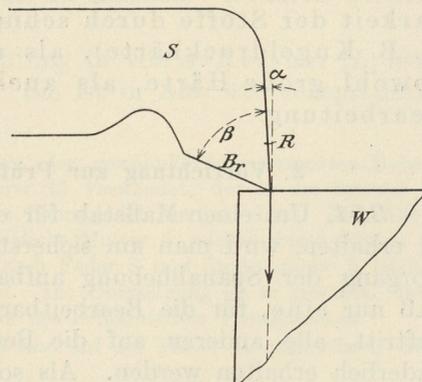


Abb. 424.

ausgeführten Versuch entspricht. Daraus erklärt sich der Mehraufwand der Arbeit bei der Bearbeitung von geschmeidigen Materialien gegenüber dem Aufwand an Arbeit bei der Zerspanung nicht geschmeidiger Stoffe. Dieser Mehraufwand wird unter Umständen, wie z. B. bei Aluminium, auch durch die geringere Härte, also den geringeren Widerstand gegen Eindringen des Stahles nicht ausgeglichen. Es kommt eben nicht nur der Widerstand gegen Eindringen in Frage, sondern auch der Widerstand gegenüber dem Wegschieben der bereits gebildeten Spänelemente. Bei der Zerspanung von Materialien, die einen so hohen Arbeitsaufwand erfordern, wird nun außerdem noch die Schneidkante des Werkzeugs schneller abgenutzt, was öfteres Schärfen erforderlich macht und auch dadurch wieder Verluste an Zeit, Löhnen und Stahlmaterial bedingt.

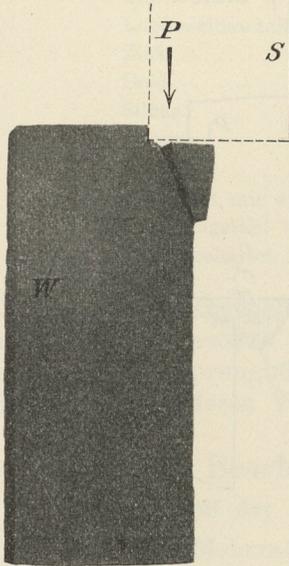


Abb. 425. Gußeisen.

Unter die trotz verhältnismäßig geringer Härte schwer bearbeitbaren Stoffe gehört auch der hochprozentige Nickelstahl

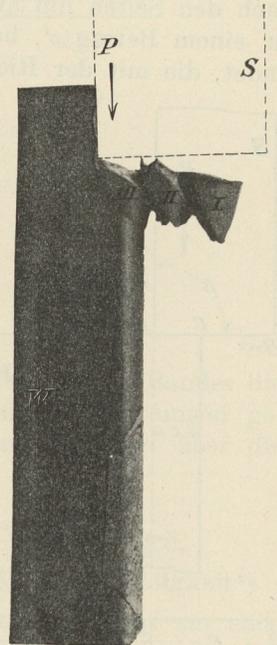


Abb. 426. Lagerweißmetall.

(25 bis 30% Nickel) und besonders auch das Messing, wenn es im wesentlichen nur aus Kupfer und Zink ohne größere Mengen von Fremdstoffen besteht. Im Interesse der Verbesserung der Bearbeitbarkeit durch schneidende Werkzeuge setzt man dem sehr geschmeidigen Messing Stoffe zu, die die Geschmeidigkeit herunterdrücken, wie z. B. Blei. Namentlich geschieht dies bei Stangenmessing, das auf Drehbänken, insbesondere Revolverdrehbänken und Automaten, bearbeitet werden soll.

Wir kommen nach obigen Betrachtungen zu dem Gesetz, daß die Bearbeitbarkeit der Stoffe durch schneidende Werkzeuge sowohl von der Härte (z. B. Kugeldruckhärte), als auch von der Geschmeidigkeit abhängt. Sowohl große Härte, als auch große Geschmeidigkeit erschweren die Bearbeitung.

## 2. Vorrichtung zur Prüfung des Grades der Bearbeitbarkeit.

**354.** Um einen Maßstab für die Bearbeitbarkeit der zu bearbeitenden Stoffe zu erhalten, wird man am sichersten das Versuchsverfahren unmittelbar auf dem Vorgang der Spanabhebung aufbauen. Hierbei muß so vorgegangen werden, daß nur eine, für die Bearbeitbarkeit kennzeichnende Größe  $x$  als Veränderliche auftritt, alle anderen auf die Bearbeitung einwirkenden Umstände aber unveränderlich erhalten werden. Als solche Umstände kommen in Betracht: Material des Werkzeugs und seine Vorbehandlung (Härten, Anlassen); Form und Abmessungen des Werkzeugs, insbesondere die Ausbildung der Schneidkanten; Erhaltung der Schneidkanten in möglichst unverändertem Zustande während der Versuchsdauer; Schnittgeschwindigkeit, Spantiefe, Größe des Vorschubs.

Als veränderliche Größe  $x$  kann z. B. gewählt werden der in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg des Werkzeugs bei unveränderter Größe des Andrucks  $P$  des