

Zur Einführung.

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstatttechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen.

Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können.

Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betrieb als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Bisher sind erschienen:

- Heft 1: Gewindeschneiden. 2. Aufl.
Von Oberingenieur O. M. Müller.
- Heft 2: Meßtechnik. 3. Aufl. (15.—21. Tausend.)
Von Professor Dr. techn. M. Kurrein.
- Heft 3: Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten. 2. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Ing. Fr. Klautke.
- Heft 4: Wechselräderberechnung für Drehbänke. 3. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Betriebsdirektor G. Knappe.
- Heft 5: Das Schleifen der Metalle. 2. Aufl.
Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.
- Heft 6: Teilkopfarbeiten. 2. Aufl. (13. bis 18. Tausend.)
Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.
- Heft 7: Härten und Vergüten.
1. Teil: Stahl und sein Verhalten. 3. Aufl. (18.—24. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 8: Härten und Vergüten.
2. Teil: Praxis der Warmbehandlung. 3. Aufl. (18.—24. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 9: Rezepte für die Werkstatt. 3. Aufl. (17.—22. Tausend.)
Von Dr. Fritz Spitzer.
- Heft 10: Knpföfenbetrieb. 2. Aufl.
Von Gießereidirektor C. Irresberger.
- Heft 11: Freiformschmiede. 1. Teil: Grundlagen, Werkstoff der Schmiede. — Technologie des Schmiedens. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.)
Von F. W. Duesing und A. Stodt.
- Heft 12: Freiformschmiede. 2. Teil: Schmiedebispiele. 2. Aufl. (7.—11. Tausend.)
Von B. Preuß und A. Stodt.
- Heft 13: Die neueren Schweißverfahren. 3. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke.
- Heft 14: Modelltischlerei. 1. Teil: Allgemeines. Einfachere Modelle. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.)
Von R. Löwer.
- Heft 15: Bohren. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
Von Ing. J. Dinnebier und Dr.-Ing. H. J. Stoewer.
- Heft 16: Senken und Reiben. 2. Aufl. (8.—13. Tausend.)
Von Ing. J. Dinnebier.
- Heft 17: Modelltischlerei.
2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen. Von R. Löwer.
- Heft 18: Technische Winkelmessungen.
Von Prof. Dr. G. Berndt. 2. Aufl. (5.—9. Tausend.)
- Heft 19: Das Gußeisen. 2. Aufl.
Von Obering. Chr. Gilles.
- Heft 20: Festigkeit und Formänderung.
1. Teil: Die einfachen Fälle der Festigkeit.
Von Dr.-Ing. Kurt Lachmann.
- Heft 21: Einrichten von Automaten.
1. Teil: Die Systeme Spencer und Brown & Sharpe. Von Ing. Karl Sachse.
- Heft 22: Die Fräser. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Ernst Brödner und Ing. Paul Zieting.
- Heft 23: Einrichten von Automaten.
2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspindel) und Cleveland und die Offenbacher Automaten.
Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil.
- Heft 24: Stahl- und Temperguß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 25: Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung. 2. Aufl. (8.—13. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 26: Röhren.
Von Ing. Leonhard Knoll.
- Heft 27: Einrichten von Automaten.
3. Teil: Die Mehrspindel-Automaten.
Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil.
- Heft 28: Das Löten.
Von Dr. W. Burstyn.
- Heft 29: Kugel- und Rollenlager. (Wälzlager.) Von Hans Behr.
- Heft 30: Gesunder Guß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 31: Gesenk schmiede. 1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke.
Von Ph. Schweißguth.

Fortsetzung des Verzeichnisses der bisher erschienenen sowie Aufstellung der in Vorbereitung befindlichen Hefte siehe 3. Umschlagseite.

Jedes Heft 48—64 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen.

Ppreis: RM 2.— oder, wenn vor dem 1. Juli 1931 erschienen, RM 1.80 (10% Notnachlaß).

Bei Bezug von wenigstens 25 beliebigen Heften je RM 1.50.

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE UND FACH-
ARBEITER. HERAUSGEBER DR.-ING. H. HAAKE VDI

HEFT 62

Hartmetalle in der Werkstatt

Von

Ing. F. W. Leier VDI

Mit 128 Abbildungen im Text



Berlin
Verlag von Julius Springer
1937

ISBN-13: 978-3-642-89022-2
DOI: 10.1007/978-3-642-90878-1

e-ISBN-13: 978-3-642-90878-1

Inhaltsverzeichnis.

| | Seite |
|--|-------|
| Vorwort | 3 |
| I. Bedeutung, Zweck und hauptsächlichliche Verwendung der gesinterten Hartmetalle | 4 |
| II. Die wichtigsten im Handel befindlichen Hartmetalle | 5 |
| A. Widia S. 5. — B. Titanit S. 6. — C. Böhlerit S. 7. | |
| III. Der Aufbau und die Erzeugung von gesintertem Hartmetall | 8 |
| IV. Handelsmäßige Hartmetallplättchen für Schneidwerkzeuge | 8 |
| 1. Für gebogene Schruppstähle S. 9. — 2. Für gerade Schruppstähle S. 10. — 3. Für Seitenschruppstähle S. 11. — 4. Für Eckstähle S. 11. — 5. Für Schlichtstähle S. 12. — 6. Für Messerstähle S. 13. — 7. Für Kopfstähle S. 14. — 8. Für Durchstechstähle S. 14. — 9. Für Nutenstähle S. 15. — 10. Für Bohrstähle S. 15. — 11. Für Bandagenschruppstähle S. 15. — 12. Für Riffelstähle S. 15. — 13. Für Spitzbohrer S. 16. — 14. Für Glasbohrer S. 16. — 15. Für Marmorbohrer S. 17. — 16. Für Spiralbohrer S. 17. | |
| V. Vorbereitung der Werkzeugschäfte und Werkzeugkörper | 17 |
| A. Grundregeln S. 17. — B. Beispiele einiger Werkzeuge S. 18 — C. Art der Bearbeitung (Fräsen, Schleifen usw.) S. 19. | |
| VI. Das Befestigen der Hartmetallplättchen | 21 |
| A. Auflöten mit Kupferblech oder -draht S. 21. — B. Auflöten mit Lötfolie und Diagonaldrahtgewebe S. 22. — C. Auflöten mit Bronze, Silber oder Messing S. 23. — D. Löten mehrerer Schneiden an Sonderwerkzeugen S. 23. — E. Am Schaft festgeklemmte Hartmetallplättchen S. 23. | |
| VII. Scharfschleifen und Läppen der Hartmetallwerkzeuge | 24 |
| A. Schleifen von Hand S. 24. — B. Selbsttätiges Schleifen S. 28. — C. Schleifen von Messerköpfen, Reibahlen usw. S. 28. — D. Abziehen und Läppen der Schneiden S. 29. — E. Auswahl der Schleifscheiben S. 30. — F. Hartmetallschleifmaschinen S. 33. — G. Die wichtigsten Schleifregeln S. 35. | |
| VIII. Wichtige Richtlinien für das wirtschaftliche Arbeiten mit Hartmetallschneidwerkzeugen und deren Einführung | 35 |
| A. Allgemeines S. 35. — B. Dreh- und Hobelmeißel S. 38. — C. Bohrer, Senker, Reibahlen S. 40. — D. Fräser, Messerköpfe S. 41. — E. Automaten- und Revolverkopf-Formmeißel S. 41. | |
| IX. Anforderungen an die mit Hartmetall arbeitenden Maschinen | 41 |
| X. Zweckmäßige Verwaltung und Überwachung des Hartmetallverbrauches | 42 |
| A. Lagerung S. 42. — B. Art der Ausgabe an die verbrauchende Werkstatt S. 43. — C. Ausnutzung in der Werkstatt S. 44. | |
| XI. Schutz gegen Unfälle beim Spanablauf | 45 |
| XII. Sonstige Verwendung von Hartmetall | 45 |
| A. Meßwerkzeuge und Sonderteile S. 45. — B. Ziehmatrizen mit Hartmetallaufgaben S. 46. — C. Glas-, Porzellan- und Steingutbearbeitung S. 46. — D. Andere Anwendungsarten des Hartmetalles S. 48. | |
| XIII. Praktische Beispiele | 49 |
| A. Drehen S. 49. — B. Fräsen S. 50. | |
| XIV. Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Winkel an der Schneide für Hartmetallwerkzeuge | 51 |

Vorwort.

Über ein Jahrzehnt ist vergangen, seit zum ersten Male das von der Studiengesellschaft Osram G. m. b. H., Berlin, entwickelte, gesinterte und hochwertige Hartmetall unter der Bezeichnung „Widia“ von der Fried. Krupp AG. (bzw. deren Vertriebsstelle Robert Zapp o. H., Düsseldorf) auf der Messe zu Leipzig gezeigt und vorgeführt wurde. Unmittelbar danach ging die genannte Hersteller- und Vertriebsfirma dazu über, diesen neuen Werkstoff planmäßig in den einzelnen Industrien einzuführen: recht bald mit günstigen Ergebnissen. Zu derselben Zeit, und teils schon viel früher, waren aber in der Metallindustrie andere Schneidmetalle, wie Stellite (amerik.), Celsit, Akrit, Percit, Caedit, Walther und Miramant (deutsch) usw. bekannt. Diese Stoffe, durch Gießen entstanden, hatten aber neben gewissen Vorzügen so große Nachteile, daß sie in den meisten Fällen ihren Platz nicht behaupten konnten. Die bedeutend günstigeren Eigenschaften der gesinterten Hartmetalle, wie Widia, Titanit, Böhlerit (deutsch), Carboloy (amerik.), Ramet (engl.), Sintram (schwed.), Stellram und einstigem Dynit (schweizer.) haben dem „Hartmetall“ eine solche Bedeutung in der gesamten Industrie verschafft, daß es heute Anwendungsgebiete gibt, bei denen man ohne diesen hochwertigen Werkstoff überhaupt nicht mehr auskommen kann, vor allem dann, wenn Werkstoffe mit hoher Festigkeit oder großer Härte wirtschaftlich bearbeitet werden sollen. Ebenso wichtig ist das Hartmetall bei der Feinstbearbeitung von Lagerflächen, Lagerschalen usw. Eine sehr große Rolle spielt Hartmetall auch in der keramischen und glasverarbeitenden Industrie.

Hartmetall bringt überall dort, wo es richtig und zweckmäßig angewandt wird, große Erfolge. Leider fehlt es auch nicht an Mißerfolgen, nämlich dort, wo man sich dazu verleiten läßt, ohne Prüfung der Umstände Hartmetalle anzuwenden, obwohl zu erkennen gewesen wäre, daß sie enttäuschen müßten. In diesen Fällen liegt aber der Fehler nur an den Versuchsausführenden, weil sie planlos irgendwelche ungeeignete Werkstücke mit Hartmetall bearbeiten. Ferner führt oft auch die Verwendung von ungeeigneten Maschinen von vornherein zum Mißerfolg.

Man muß beim Gebrauch von Hartmetall zunächst überlegen, ob die richtigen Teile und die geeigneten Maschinen gegeben sind und vor allem, ob wirtschaftlich gegenüber hochlegiertem Schnellstahl gearbeitet werden kann; denn die Mehrkosten für die Beschaffung von Hartmetall müssen wieder aufgewogen werden, sei es durch größere Güte der bearbeiteten Stücke, sei es durch niedrigere Stückzeiten. Auf keinen Fall soll man Hartmetalle verwenden, nur weil es zeitgemäß ist oder weil die Lieferer es empfehlen. Unsachgemäße Anwendung kann in kurzer Zeit zu großen Verlusten führen.

Im Folgenden wird daher versucht, Wege zu zeigen, bei denen solche Schäden vermieden werden, Wege, die sich in der Praxis für den Verbraucher als richtig erwiesen haben. Als oberster Leitsatz gilt dabei, nur dort zur Verwendung von Hartmetall zu raten, wo es wirklich von Vorteil ist.

I. Bedeutung, Zweck und hauptsächliche Verwendung der gesinterten Hartmetalle.

Am meisten finden die gesinterten Hartmetalle heute Verwendung bei der spangebenden Formung in der gesamten Metallindustrie, vor allem beim Drehen, Hobeln, Fräsen, Bohren, Reiben, Senken usw., als Schneidmetall für alle Arten von Werkzeugen. Diese Art Schneidwerkzeuge bestehen meistens aus einem Grundkörper — Fräserkörper, Messerkopf oder, wie beispielsweise beim Drehmeißel, Schaft — als Träger des eigentlichen Hartmetallplättchens. Das ist am zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten, da hierbei günstige Werkzeugformen erreicht werden können. Die Formen der einzelnen, am meisten benötigten Plättchen sind festgelegt und heute bereits listenmäßig von den Herstellerfirmen zu beziehen, teilweise sogar ab Lager (s. Kapitel IV, 1—16).

Die große Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit der Hartmetalle, ebenso ihre Härte, die zwischen der des Korund und des Diamanten liegt, haben es ermöglicht, daß außer Werkzeugschneiden auch die der Abnutzung stark ausgesetzten Tastflächen von Meßgeräten mit Hartmetall ausgerüstet werden, so z. B. bei Schraublehren, Zeigerlehren, Rachenlehren und Tastlehren. Ihre Lebensdauer ist um ein Vielfaches größer als die von gehärteten Lehren, so daß Hartmetallmeßwerkzeuge sich besonders bei der Massenprüfung schnell bezahlt machen (s. Kapitel XII).

Weitere Verwendung findet Hartmetall vorteilhaft bei der Bestückung von Draht-, Rohr- und Stangen-Ziehmatrizen verschiedener Art, wo wiederum die große Verschleißfestigkeit ausschlaggebend ist für die Lebensdauer (s. Kapitel XII).

Große Bedeutung gewinnt Hartmetall immer mehr auch in der chemischen Industrie, wo seine Warmfestigkeit und Oxydationsbeständigkeit besonders geschätzt wird. Zum Zerkleinern von sehr harten Stoffen wird Hartmetall auch bei Mörsern und Stößeln verwendet; gelegentlich auch in Form von Folienwalzen zum Auswalzen von hochwertigen Blechen wie Gold, Silber u. a. m.

Sandstrahldüsen aus Hartmetall ersparen das öftere Auswechseln der sonst üblichen gußeisernen Düsen, sind aber sehr teuer. Die Gleitflächen von Führungsschienen an spitzenlosen Schleifmaschinen bestückt man vielfach mit Hartmetall, ebenso Gleit- und Leitrollen für verschiedene Zwecke. Um große Genauigkeiten bei Hartmetalldrehbänken, die mit hohen Drehzahlen laufen, und bei Schleifmaschinen zu erreichen, sind Körnerspitzen aus Hartmetall üblich; sie erfüllen größtenteils ihren Zweck besser als mitlaufende auf Kugellagern gelagerte Körnerspitzen, die noch höhere Anschaffungskosten bedingen. Elektrodenspitzen bei Punktschweißmaschinen fertigen einzelne Firmen aus Hartmetall.

Vollhartmetall in Form von Kugeln findet man ab und zu bei Brinellpressen, gegebenenfalls auch bei Kugelmühlen.

Außer auf den vorerwähnten Gebieten wird Hartmetall auch vielseitig im Bergbau für Erd- und Gesteinsbohrer verwandt, ebenso in der keramischen und glasverarbeitenden Industrie, wo erst durch Hartmetall weitere Verarbeitungsmöglichkeiten erschlossen wurden. In jüngster Zeit wendet man Hartmetall auch in der Holzindustrie an, wo große Wirtschaftlichkeit beim Schneiden von Sperrholzplatten usw. zu erzielen ist.

II. Die wichtigsten im Handel befindlichen Hartmetalle¹.

A. Widia.

(Hersteller: Fried. Krupp AG., Essen; Vertrieb: Robert Zapp o. H., Düsseldorf.)

Die verschiedenen Marken. Während bei Aufkommen dieses gesinterten Hartmetalls nur eine Marke bekannt war, werden heute für die Bearbeitung der verschiedenen Stoffe vom Hersteller mehrere Marken zur Verwendung angeboten, und zwar:

Widia „N“. Zur Bearbeitung von Gußeisen, Messing, Rotguß, Bronze, Kupfer, Leichtmetallen, Hartpreßstoffen, Kunsthorn, Preßspan, Bakelit, Hartgummi und ähnlich aufgebauten Werkstoffen.

Widia „H“. Zur Bearbeitung von Hartguß, besonders hartem Gußeisen, Papier (gepreßt), Marmor, Porzellan, Glas usw.

Widia „X“ und Widia „XX“ für Stähle aller Art, wie unlegierte und legierte Baustähle, Werkzeugstahl, Schnellstahl, Mangan-Hartstahl, nichtrostender Stahl sowie Stahlguß.

Widia „G“. Zur Herstellung von Holzbearbeitungswerkzeugen, vereinzelt auch für Schlagwerkzeuge im Bildhauergewerbe.

Kennzeichnung der Marken. Um die einzelnen Marken in geschliffenem Zustande in der Werkstatt unterscheiden zu können, ist es zweckmäßig, die Werkzeugschäfte oder aber mindestens deren Stirnflächen, wie vom Hersteller empfohlen, durch entsprechende Farben kenntlich zu machen. Dabei bedient man sich am vorteilhaftesten der heute allgemein gültigen und von Krupp eingeführten Farben:

Widia „N“ = blau
Widia „H“ = gelb
Widia „X“ = rot

Widia „XX“ = rotweiß
Widia „G“ = braun

Die Wichtigkeit dieser Kenntlichmachung kommt in der Praxis erst dann voll zur Geltung, wenn verschiedene Hartmetallwerkzeuge auf die richtige Verwendbarkeit untersucht werden sollen, sei es, weil man falsche Anwendung vermutet oder aus irgend anderen Gründen.

Härteprüfung. Es ist bis heute noch kein Prüfverfahren bekannt, das — wie z. B. bei Schnell- oder Werkzeugstahl — genaue Anhaltspunkte gibt, mit welcher Sorte man es in einem bestimmten Falle zu tun hat. Der Rockwell-Prüfapparat, der bei Schnell- und Werkzeugstahl zuverlässige Werte ergibt, versagt bei allen Hartmetallen vollkommen, da die Diamantspitzen in den meisten Fällen ausbrechen und jedenfalls nur ungenaue Werte ergeben. Bei vollständig verschieden aufgebauten Hartmetallarten kann man unter Umständen fast gleiche Rockwell-Härte feststellen, während sich beim Zerspanungsversuch wesentlich verschiedene Werte zeigen.

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse beim Brinellverfahren: Nach Krupp ist die Brinellhärte bei Widia N und H \approx 1800, bei G \approx 1500, bei X \approx 1800 und bei XX \approx 1800. Auch hier ist an der gleichen Brinellhärte bei ganz verschieden aufgebauten Marken zu erkennen, wie wenig geeignet die Härteprobe zur Untersuchung ist.

¹ Reines „Borkarbid“ wird hier nicht behandelt, weil es noch nicht zur praktischen Verwendung in der Werkstatt reif ist. Vgl. Dawihl und Schröter: Versuche über das Verhalten von reinem Borkarbid als Werkstoff. Werkst.-Techn. Bd. 31 (1937) Nr. 9 S. 201. Gesinterte „Tantalkarbid“ werden seit etwa 1931 in Amerika für spangebende Werkzeuge verwendet (Bezeichnung: Vascology-Ramet). Die Härte liegt etwa zwischen 87 und 92 Rockwell-A, die Biegefestigkeit etwa zwischen 280 und 130 kg/mm². Die Zähigkeit soll verhältnismäßig gut sein. Vgl. Werkst.-Techn. Bd. 31 (1937) Nr. 12 S. 275.

Wichtige Eigenschaften des Hartmetalls Widia. Widia hat neben großer Härte gleichzeitig auch eine in den meisten Fällen ausreichende Zähigkeit. Von ganz besonderer Bedeutung ist die große Warmhärte, die jedoch allen Hartmetallen eigen ist und ihnen den Vorteil gegenüber Schnell- und Werkzeugstahl verleiht, daß beim Zerspanungsvorgang, selbst bei rotglühenden Spänen, die Schneide nicht beeinträchtigt wird: die Härte bleibt bis 900° fast gleich. Der Schnellstahl dagegen verliert seine Schneidfähigkeit und Härte schon bei etwa 600° und noch darunter.

Die Standzeit von Widia — überhaupt von allen Hartmetallen — ist ein Vielfaches der von Schnell- und Werkzeugstahl, was der Schneidleistung zugute kommt. Diese wird besonders noch durch die hohen anwendbaren Schnittgeschwindigkeiten erhöht; bei Vorschub-Vergrößerung ist dagegen Vorsicht am Platze. Der Schmelzpunkt liegt bei Widia nicht genau fest. Krupp gibt für den Hauptbestandteil Wolframkarbid etwa 2700° an.

Zahlentafel I.

Einige „physikalische Werte“ von Widia (nach Krupp-Widia-Handbuch 1936).

| Marke | Chemische Zusammensetzung in % (etwa) | Spezifisches Gewicht | Brinellhärte (etwa) | Wärmeleitfähigkeit | Mittlere Wärme-dehnungsziffer bei Temperaturen von 20...800° (wichtig beim Auflöten) | Elektrischer Widerstand $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ | Magnetische Eigenschaften |
|-----------------|--|----------------------|---------------------|----------------------|--|---|---------------------------|
| | | | | cal cm · sec · °C | | | |
| Widia N u. H | $\left\{ \begin{array}{l} \text{C} = 6 \\ \text{Co} = 6 \end{array} \right\}$ W = Rest | 14,7 | 1800 | 0,19 | $5 \cdot 10^{-6}$ | 0,20 | schwach |
| Widia G | $\left\{ \begin{array}{l} \text{C} = 5,4 \\ \text{Co} = 11 \end{array} \right\}$ W = Rest | | | | | | |
| Widia X | $\left\{ \begin{array}{l} \text{C} = 7 \\ \text{Co} = 5,5 \\ \text{Ti} = 7 \end{array} \right\}$ W = Rest | 12,3 | 1800 | 0,14 | $6 \cdot 10^{-6}$ | 0,29 | „ |
| Widia XX | $\left\{ \begin{array}{l} \text{C} = 8 \\ \text{Co} = 5,5 \\ \text{Ti} = 12 \end{array} \right\}$ W = Rest | | | | | | |

B. Titanit.

(Hersteller und Vertrieb: Deutsche Edelstahlwerke AG., Krefeld.)

Etwas später als Widia wurde dieses Hartmetall auf den Markt gebracht.

Die verschiedenen Marken.

Titanit „U“ zur Bearbeitung von Stahl aller Art, vom unlegierten bis zum hochlegierten Konstruktionsstahl, Werkzeug- und Schnellstahl, nichtrostendem Stahl, Mangan-Hartstahl, Chrom-Vanadiumstahl und Stahlguß.

Titanit „G“ zur Bearbeitung von Gußeisen bis etwa 250 Brinellhärte, ferner für Metalle, wie Kupfer, Rotguß, Messing, Gußbronze, Aluminium, Silumin, Alusil, Duraluminium, außerdem für Hartgummi, Preßstoffe wie Bakelit, Novotext, Pertinax, Preßspan usw.

Titanit „GG“ zur Bearbeitung von härteren Stoffen, wie Hartguß; auch für Temperguß und Gußeisen mit einer Brinellhärte von über 250 sowie für Hartpapier und vor allem für Glas, Porzellan, Marmor, weiche Gesteinsarten und Granit.

Kennzeichnung der Marken. Zu einer Kennzeichnung der Werkzeugschäfte oder Werkzeugkörper durch entsprechende Farben ist selbstverständlich auch bei Titanit zu raten, da dieses einfache Hilfsmittel ohne große Kosten in jeder, ja sogar kleinsten Werkstatt möglich ist und die Beobachtung einer sachgemäßen Anwendung bedeutend erleichtert.

Folgende Auswahl hat sich in der Praxis gut bewährt:

Titanit „U“ = rot mit einem schwarzen Streifen,
 Titanit „G“ = blau mit einem schwarzen Streifen,
 Titanit „GG“ = gelb mit einem schwarzem Streifen.

Von dem Hersteller werden hier allerdings andere Farben empfohlen, und zwar schwarz für „U“, grün für „G“ und grau für „GG“.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften sind von Titanit nicht genau bekannt, ähneln aber denen von Widia.

C. Böhlerit.

(Hersteller und Vertrieb: Gebrüder Böhler & Co. AG., Düsseldorf.)

Als drittes Hartmetall ist heute das Böhlerit zu nennen, das noch etwas später auf den Markt kam.

Die verschiedenen Marken.

Böhlerit „E“ zur Bearbeitung von unlegiertem und legiertem Stahl, Werkzeug- und Schnellstahl, Chrom-Vanadiumstahl, nichtrostendem Stahl, Mangan-Hartstahl, Stahlguß und Gußeisen mit einer Brinellhärte bis etwa 240, Rotguß, Messingguß, Gußbronze.

Böhlerit „HG“ für die Bearbeitung von Gußeisen mit einer Brinellhärte von über 240, sowie Temperguß, Hartguß, Hartpapier, Glas, Porzellan, Marmor, weichen Gesteinsarten und Granit.

Böhlerit „GS“ vorwiegend für Kupfer, Glimmer am Kommutator (Kollektoren), sowie bei Aluminium und seinen Legierungen, wie Silumin, Alusil, Duraluminium. Außerdem für Nichtmetalle, wie Hartgummi, Novotext, Bakelit, Pertinax, Ebonit, und auch zur Bearbeitung von Elektrodenkohle.

Kennzeichnung durch Farben ist wie bei Widia und Titanit sehr zu empfehlen. Da die Herstellerfirma keine bestimmten Farben empfohlen hat, werden im Anschluß an die für Titanit bewährten zweckmäßig folgende gewählt:

Böhlerit „E“ = rot mit zwei schwarzen Streifen,
 Böhlerit „HG“ = blau mit zwei schwarzen Streifen,
 Böhlerit „GS“ = gelb mit zwei schwarzen Streifen.

Wenn man die einzelnen Hartmetalle verschiedener Herkunft nach bestimmten Richtlinien kenntlich macht, so ist auch bei gleichzeitiger Benutzung aller drei Sorten in einer Werkstatt oder Abteilung oder sogar an derselben Maschine leicht möglich zu erkennen, welches Erzeugnis die beste Schnittleistung bzw. die größte Standzeit hat. Auch ist bequemer zu übersehen, ob die einzelnen Marken entsprechend ihrer Eignung angewandt werden. Und vor allem wird vermieden, was in der Praxis ab und zu vorkommt, daß bei einer Herstellerfirma die Hartmetallgüte einer anderen Firma beanstandet wird. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Hartmetalls „Böhlerit“ sind bis jetzt vom Hersteller noch nicht bekanntgegeben worden. Die Eignung der einzelnen Marken läßt jedoch darauf schließen, daß es sich wie bei Widia und Titanit ebenfalls um Karbide der Metalle Wolfram, Molybdän, Tantal, Vanadium und Titan handelt, die durch Sintern bei hoher Temperatur zu Plättchen bestimmter Form gebacken werden. Angaben über Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe usw. der verschiedenen Hartmetallsorten in den Tafeln (S. 51—53).

III. Der Aufbau und die Erzeugung von gesintertem Hartmetall.

Gesinterte Hartmetalle werden auf eine ganz andere Art hergestellt als alle anderen Schneidmetalle und Schneidstähle (Schnellstahl und Werkzeugstahl). Die Grundstoffe sind Metallkarbide, und zwar Karbide von Wolfram, Titan, Molybdän und ähnlichen Metallen, je nach Art der Verwendung des zu erzeugenden Hartmetalls. Den Metallkarbiden wird dann noch ein sog. Hilfs- oder Trägermetall zugeführt, wie Kobalt oder Nickel. Diese Stoffe werden zusammen in Kugelmühlen fein gemahlen und anschließend unter hydraulischem Druck in bestimmte Normal- oder Sonderformen gepreßt.

Die so erstellten Formplatten oder Plättchen unterliegen jetzt keinem Schmelz- oder Gießprozeß, sondern einem regelrechten Sinterungsprozeß, wie dieser aus der keramischen Industrie bekannt ist. Das Sintern wird in Vor- und Fertigsintern aufgeteilt: vorgesintert wird bei einer Temperatur von 1000...1400°, fertiggesintert bei 1800...1900°. Der Unterschied liegt vor allem darin, daß die Hartmetallkörper nach dem Vorsintern noch durch Sägen, Drehen und Feilen usw. geformt, jedoch nach dem Fertigsintern nur durch geeignete Schleifscheiben bearbeitet werden können. Beim Fertig- oder Hochsintern schwindet das Hartmetall um 20...30%, was bei Vorbereitung von Form und Größe der Plättchen zu berücksichtigen ist. Zweckmäßig werden die Formen schon nach dem Vorsintern festgelegt, auch in Sonderfällen, weil das ohne großen Zeitaufwand möglich ist. Ist jedoch die Form bei der Bestellung nicht genau bekannt, so macht das Umschleifen später in der Verbraucherwerkstatt meist viel Arbeit und Mühe, ganz davon abgesehen, daß auch eine Menge wertvollen Werkstoffes verschliffen wird.

IV. Handelsmäßige Hartmetallplättchen für Schneidwerkzeuge.

Die Normung der Hartmetallplättchen ist zur Zeit noch im Anfang. Es ist daher nicht möglich, hier schon einheitliche Formen zu bringen. Aus diesem Grunde sind die nachstehenden Auszüge aus den Listen der wichtigsten Hartmetall-Herstellerfirmen wiedergegeben. Diese Auszüge, die nicht vollständig sein können, lassen erkennen, daß die drei deutschen Hartmetalle für die gleichen Verwendungszwecke in fast genau gleichen Formen und Maßen hergestellt werden (Ausnahme: Nr. 6. Messerstähle). Sämtliche Plättchenabbildungen sind in Rechtsausführung gezeichnet. Bei Linksausführung hat man sich das Spiegelbild der gezeichneten Plättchen vorzustellen.

Selbstverständlich geht die Entwicklung der Plättchenformen ständig weiter¹. Es ist daher ratsam, vor Bestellung von Hartmetallplättchen oder fertigen Werkzeugen die Listen der Herstellerfirmen einzufordern.

¹ Vgl. Schwerdtfeger: Schneidwerkstoffe für die spangebende Bearbeitung. Werkst.-Techn. Bd. 31 (1937) Nr. 9 S. 198.

1. Für gebogene Schruppstähle.

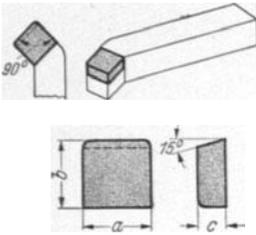


Abb. 1

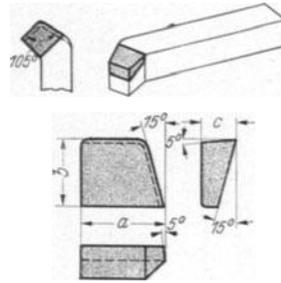


Abb. 2.

Zahlentafel 2. Widia und Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 10 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 12 | 4,5 |
| 14 × 14 | 140 | 14 | 14 | 5 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 15 | 5 |
| 15 × 20 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 15 × 25 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 16 × 16 | 160 | 16 | 16 | 5,5 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 7 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 18 | 8 |
| 20 × 25 | 250 | 20 | 18 | 8 |
| 20 × 30 | 300 | 20 | 18 | 8 |
| 22 × 22 | 220 | 22 | 20 | 8 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 20 | 8 |
| 25 × 30 | 300 | 25 | 20 | 8 |
| 28 × 28 | 280 | 28 | 20 | 8,5 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 20 | 8,5 |
| 32 × 32 | 320 | 32 | 20 | 8,5 |

Zahlentafel 4. Widia.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 20 | 13 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 20 | 13 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 13 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 13 |
| 45 × 45 | 450 | 45 | 20 | 17 |
| 50 × 50 | 500 | 50 | 20 | 17 |
| 55 × 55 | 550 | 55 | 20 | 18 |
| 60 × 60 | 600 | 60 | 20 | 18 |

Zahlentafel 5. Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 20 | 13 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 20 | 13 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 13 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 13 |

Zahlentafel 3. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 10 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 12 | 4,5 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 15 | 5 |
| 20 × 15 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 25 × 15 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 7 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 18 | 8 |
| 25 × 20 | 250 | 20 | 18 | 8 |
| 30 × 20 | 300 | 20 | 18 | 8 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 20 | 8 |
| 30 × 25 | 300 | 25 | 20 | 8 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 20 | 8,5 |

Zahlentafel 6. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 13 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 13 |

2. Für gerade Schruppstähle.

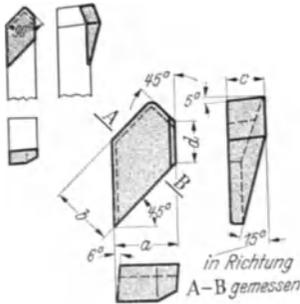


Abb. 3.

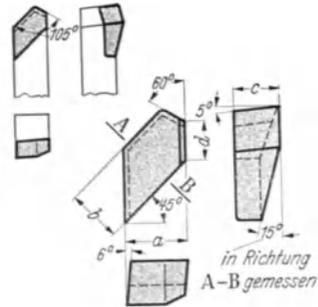


Abb. 4.

Zahlentafel 7. Widia und Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|------|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | d |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 10 | 5 | 7 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 12 | 5,5 | 7 |
| 14 × 14 | 140 | 14 | 14 | 7 | 9 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 15 | 7,5 | 10 |
| 15 × 20 | 200 | 15 | 15 | 10 | 10 |
| 15 × 25 | 200 | 15 | 15 | 10 | 10 |
| 16 × 16 | 160 | 16 | 16 | 8,5 | 10 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 10 | 14 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 20 | 11 | 14 |
| 20 × 25 | 250 | 20 | 20 | 11 | 14 |
| 20 × 30 | 300 | 20 | 20 | 11 | 14 |
| 22 × 22 | 220 | 22 | 20 | 11 | 13 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 20 | 12 | 13 |
| 25 × 30 | 300 | 25 | 20 | 12 | 13 |
| 28 × 28 | 280 | 28 | 20 | 12 | 11 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 20 | 12 | 8 |
| 32 × 32 | 320 | 32 | 20 | 12,5 | 7 |

Zahlentafel 9. Widia.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|---|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | d |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 20 | 12 | 8 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 20 | 12 | 8 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 14 | 5 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 16 | 4 |
| 45 × 45 | 450 | 45 | 20 | 16 | 4 |
| 50 × 50 | 500 | 50 | 20 | 16 | 4 |
| 55 × 55 | 550 | 55 | 20 | 17 | 4 |
| 60 × 60 | 600 | 60 | 20 | 17 | 4 |

Zahlentafel 10. Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|---|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | d |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 20 | 12 | 8 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 20 | 12 | 8 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 14 | 5 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 16 | 4 |

Zahlentafel 8. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | d |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 10 | 5 | 7 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 12 | 5,5 | 7 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 15 | 7,5 | 10 |
| 20 × 15 | 200 | 15 | 15 | 10 | 10 |
| 25 × 15 | 200 | 15 | 15 | 10 | 10 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 10 | 14 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 20 | 11 | 14 |
| 25 × 20 | 250 | 20 | 20 | 11 | 14 |
| 30 × 20 | 300 | 20 | 20 | 11 | 14 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 20 | 12 | 13 |
| 30 × 25 | 300 | 25 | 20 | 12 | 13 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 20 | 12 | 8 |

Zahlentafel 11. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|---|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | d |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 14 | 5 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 16 | 4 |

3. Für Seitenschruppstähle.

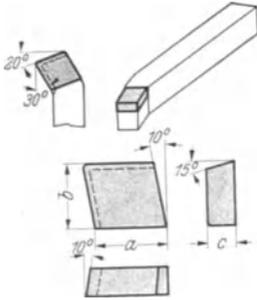


Abb. 5.

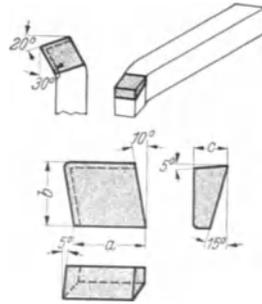


Abb. 6.

Zahlentafel 12. Widia und Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 10 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 12 | 4,5 |
| 14 × 14 | 140 | 14 | 14 | 5 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 15 | 5 |
| 15 × 20 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 15 × 25 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 16 × 16 | 160 | 16 | 16 | 5,5 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 7 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 18 | 8 |
| 20 × 25 | 250 | 20 | 18 | 8 |
| 20 × 30 | 300 | 20 | 18 | 8 |
| 22 × 22 | 220 | 22 | 20 | 8 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 20 | 8 |
| 25 × 30 | 300 | 25 | 20 | 8 |
| 28 × 28 | 280 | 28 | 20 | 8,5 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 20 | 8,5 |
| 32 × 32 | 320 | 32 | 20 | 8,5 |

Zahlentafel 13. Widia.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 20 | 12 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 20 | 12 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 12 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 13 |
| 45 × 45 | 450 | 45 | 20 | 17 |
| 50 × 50 | 500 | 50 | 20 | 17 |
| 55 × 55 | 550 | 55 | 20 | 18 |
| 60 × 60 | 600 | 60 | 20 | 19 |

Zahlentafel 14. Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 20 | 12 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 20 | 12 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 12 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 13 |

Böhlerit siehe Zahlentafel 3 und 6 Seite 9.

4. Für Eckstähe: Zahlenwerte wie Zahlentafel 3, 6 und 12 bis 14.

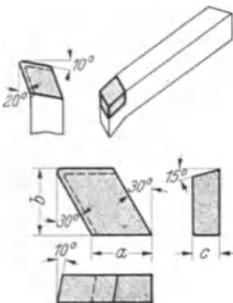


Abb. 7

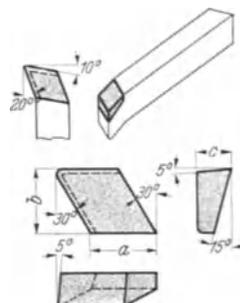


Abb. 8.

5. Für Schlichtstähle.

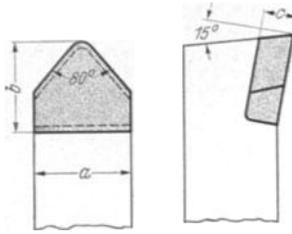


Abb. 9.

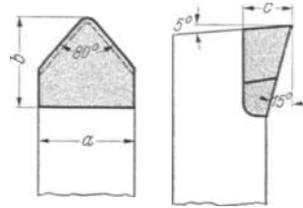


Abb. 10.

Zahlentafel 15. Widia und Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|------|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 12 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 15 | 4,5 |
| 14 × 14 | 140 | 14 | 16,5 | 5 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 18 | 5 |
| 15 × 20 | 200 | 15 | 18 | 8 |
| 15 × 25 | 200 | 15 | 20 | 8 |
| 16 × 16 | 160 | 16 | 18 | 6 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 7 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 20 | 8 |
| 20 × 25 | 250 | 20 | 20 | 8 |
| 20 × 30 | 300 | 20 | 20 | 8 |
| 22 × 22 | 220 | 22 | 22 | 8 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 25 | 8 |
| 25 × 30 | 300 | 25 | 25 | 8 |
| 28 × 28 | 280 | 28 | 28 | 8,5 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 30 | 8,5 |
| 32 × 32 | 320 | 32 | 32 | 8,5 |

Zahlentafel 17. Widia.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 30 | 13 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 30 | 13 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 30 | 14 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 35 | 14 |
| 45 × 45 | 450 | 45 | 40 | 16 |
| 50 × 50 | 500 | 50 | 40 | 16 |
| 55 × 55 | 550 | 55 | 45 | 17 |
| 60 × 60 | 600 | 60 | 45 | 17 |

Zahlentafel 18. Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 30 | 30 | 13 |
| 30 × 40 | 350 | 30 | 30 | 13 |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 30 | 14 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 35 | 14 |

Zahlentafel 16. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 12 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 15 | 4,5 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 18 | 5 |
| 20 × 15 | 200 | 15 | 18 | 8 |
| 25 × 15 | 200 | 15 | 20 | 8 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 7 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 20 | 8 |
| 25 × 20 | 250 | 20 | 20 | 8 |
| 30 × 20 | 300 | 20 | 20 | 8 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 25 | 8 |
| 30 × 25 | 300 | 25 | 25 | 8 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 30 | 8,5 |

Zahlentafel 19. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 30 | 14 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 35 | 14 |

6. Für Messerstähle.

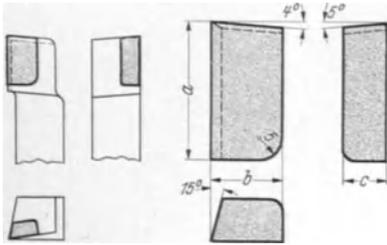


Abb. 11.

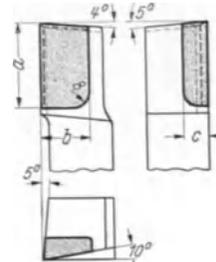


Abb. 12.

Zahlentafel 20. Widia und Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 13 | 7 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 16 | 9 | 4 |
| 14 × 14 | 140 | 17 | 10 | 4,5 |
| 15 × 15 | 150 | 18 | 10 | 5 |
| 15 × 20 | 200 | 18 | 10 | 6 |
| 15 × 25 | 200 | 18 | 10 | 8 |
| 16 × 16 | 160 | 19 | 10 | 5,5 |
| 18 × 18 | 180 | 21 | 12 | 6 |
| 20 × 20 | 200 | 22 | 13 | 8 |
| 20 × 25 | 250 | 22 | 13 | 8 |
| 20 × 30 | 300 | 22 | 13 | 8 |
| 22 × 22 | 220 | 26 | 15 | 7 |
| 25 × 25 | 250 | 30 | 17 | 8 |
| 25 × 30 | 300 | 30 | 17 | 8 |
| 28 × 28 | 280 | 34 | 19 | 8,5 |
| 30 × 30 | 300 | 36 | 20 | 8,5 |
| 32 × 32 | 320 | 38 | 21 | 8,5 |

Zahlentafel 21. Widia.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 36 | 20 | 12 |
| 30 × 40 | 350 | 36 | 20 | 12 |
| 35 × 35 | 350 | 38 | 22 | 14 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 24 | 16 |
| 45 × 45 | 450 | 42 | 26 | 17 |
| 50 × 50 | 500 | 44 | 28 | 17 |
| 55 × 55 | 550 | 46 | 30 | 18 |
| 60 × 60 | 600 | 48 | 32 | 18 |

Zahlentafel 22. Titanit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 30 × 35 | 350 | 36 | 20 | 12 |
| 30 × 40 | 350 | 36 | 20 | 12 |
| 35 × 35 | 350 | 38 | 22 | 14 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 24 | 16 |

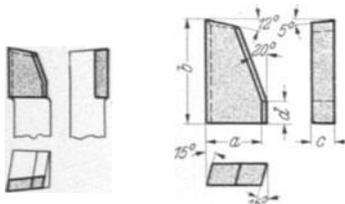


Abb. 13. Für Querschnitte bis 30 × 30.

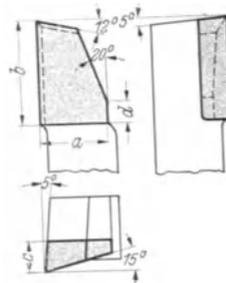


Abb. 14. Für Querschnitte über 30 × 30.

Zahlentafel 23. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | | Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|---|------------------|-------|---------------------|----|-----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | d | Querschnitt | Länge | a | b | c | d |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 14 | 4 | 4 | 25 × 20 | 250 | 20 | 36 | 8 | 7 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 18 | 4,5 | 4 | 30 × 20 | 300 | 20 | 36 | 8 | 7 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 25 | 5 | 5 | 25 × 25 | 250 | 25 | 38 | 8 | 8 |
| 20 × 15 | 200 | 15 | 25 | 8 | 5 | 30 × 25 | 300 | 25 | 38 | 8 | 8 |
| 25 × 15 | 200 | 15 | 33 | 8 | 5 | 30 × 30 | 300 | 30 | 40 | 8,5 | 9 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 30 | 7 | 6 | 35 × 35 | 350 | 32 | 42 | 12 | 10 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 36 | 8 | 7 | 40 × 40 | 400 | 32 | 45 | 16 | 10 |

7. Für Kopfstähle.

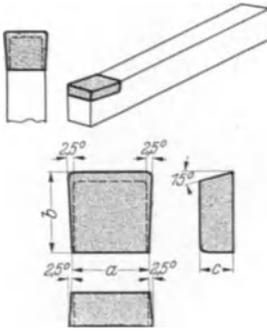


Abb. 15.

Zahlentafel 24.
Widia, Titanit und Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 10 | 100 | 10 | 10 | 4 |
| 12 × 12 | 120 | 12 | 12 | 4,5 |
| 14 × 14* | 140 | 14 | 14 | 5 |
| 15 × 15 | 150 | 15 | 15 | 5 |
| 15 × 20 | 200 | 15 | 15 | 8 |
| 15 × 25 | 200 | 15 | 16 | 8 |
| 16 × 16* | 160 | 16 | 16 | 5,5 |
| 18 × 18 | 180 | 18 | 18 | 7 |
| 20 × 20 | 200 | 20 | 18 | 8 |
| 20 × 25 | 250 | 20 | 18 | 8 |
| 20 × 30 | 300 | 20 | 18 | 8 |
| 22 × 22* | 220 | 22 | 20 | 8 |
| 25 × 25 | 250 | 25 | 20 | 8 |
| 25 × 30 | 300 | 25 | 20 | 8 |
| 28 × 28* | 280 | 28 | 20 | 8,5 |
| 30 × 30 | 300 | 30 | 20 | 8,5 |
| 32 × 32* | 320 | 32 | 20 | 8,5 |

* nur Widia und Titanit.

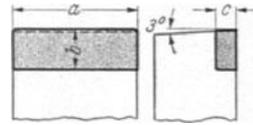


Abb. 16.

Zahlentafel 25. Widia, Titanit und Böhlerit (zur Hartgußbearbeitung).

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 60 × 40 | 400 | 60 | 20 | 10 |
| 70 × 40 | 400 | 70 | 20 | 10 |
| 80 × 40 | 400 | 80 | 20 | 10 |
| 100 × 40 | 400 | 100 | 20 | 10 |

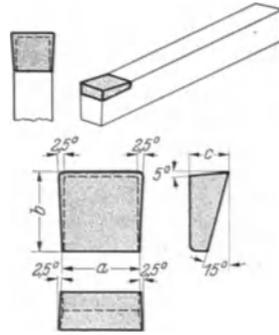


Abb. 17.

Zahlentafel 26.
Widia, Titanit und Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 35 × 35 | 350 | 35 | 20 | 13 |
| 40 × 40 | 400 | 40 | 20 | 13 |

8. Für Durchstechstähle.

Zahlentafel 27.
Widia, Titanit und Böhlerit.

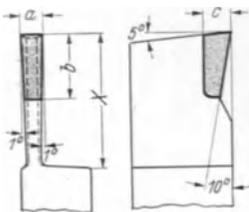


Abb. 18.

| Schaftmaße in mm | | Ein- stech- tiefe X | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|------------------------------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | | a | b | c |
| 10 × 15 | 150 | 20 | 3 | 15 | 4 |
| 15 × 20 | 200 | 25 | 4 | 20 | 5 |
| 20 × 25 | 250 | 30 | 5 | 20 | 5,5 |
| 20 × 30 | 300 | 40 | 6 | 20 | 6 |
| 25 × 30 | 300 | 45 | 8 | 25 | 7 |
| 25 × 40 | 350 | 50 | 10 | 25 | 10 |
| 30 × 40 | 350 | 60 | 10 | 30 | 10 |
| 30 × 50 | 400 | 70 | 12 | 30 | 12 |

9. Für Nutenstähle.

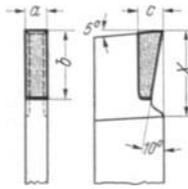


Abb. 19.

Zahlentafel 28. Widia, Titanit u. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Ein- stech- tiefe X | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------------|---------------------|----|-----|
| Querschnitt | Länge | | a | b | c |
| 3 × 15 | 150 | 15 | 2,5 | 10 | 3 |
| 4 × 15 | 150 | 15 | 3 | 10 | 3,5 |
| 4 × 15 | 150 | 15 | 3,5 | 12 | 4 |
| 5 × 20 | 200 | 20 | 4 | 15 | 4,5 |
| 5 × 20 | 200 | 20 | 4,5 | 15 | 5 |
| 6 × 20 | 200 | 25 | 5 | 20 | 5 |
| 6 × 20 | 200 | 25 | 5,5 | 20 | 5* |
| 7 × 20 | 200 | 25 | 6 | 20 | 6 |
| 8 × 20 | 200 | 30 | 7 | 25 | 7 |
| 10 × 30 | 225 | 30 | 8 | 25 | 8 |
| 10 × 30 | 225 | 30 | 9 | 25 | 9* |
| 12 × 30 | 250 | 30 | 10 | 25 | 10 |

* nur Widia und Titanit.

10. Für Bohrstähle.

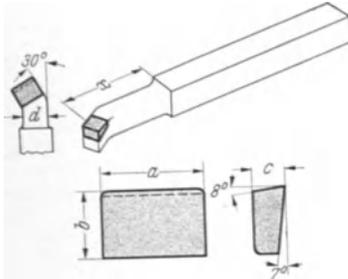


Abb. 20.

Zahlentafel 29. Widia, Titanit u. Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Hals- Ø d | Hals- länge x | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------------|--------------|------------------|---------------------|----|----|
| Querschnitt | Ganze Länge | | | a | b | c |
| 10 × 10 | 150 | 10 | 30 | 9 | 10 | 4 |
| 12 × 12 | 175 | 12 | 40 | 10 | 12 | 4 |
| 15 × 15 | 200 | 14 | 50 | 13 | 13 | 5 |
| 18 × 18 | 225 | 16 | 75 | 15 | 15 | 6 |
| 20 × 20 | 250 | 18 | 100 | 17 | 18 | 7 |
| 25 × 25 | 300 | 22 | 100 | 21 | 20 | 8 |
| 30 × 30 | 350 | 28 | 125 | 27 | 20 | 9 |
| 35 × 35 | 400 | 32 | 125 | 30 | 20 | 10 |
| 40 × 40 | 500 | 36 | 150 | 34 | 20 | 11 |

11. Für Bandagenschruppstähle.

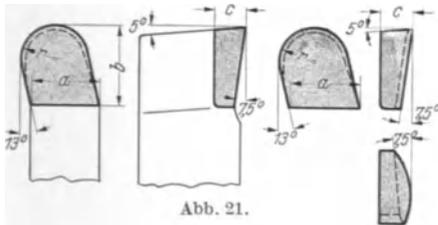


Abb. 21.

Zahlentafel 30.
Widia, Titanit und Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-------|---------------------|----|----|----|
| Querschnitt | Länge | a | b | c | r |
| 25 × 40 | 300 | 25 | 30 | 12 | 12 |

12. Für Riffelstähle.

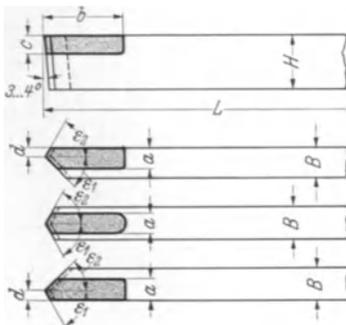


Abb. 22.

Zahlentafel 31.
Widia, Titanit und Böhlerit.

| Schaftmaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | |
|------------------|-------|---------------------|----|---|
| Querschnitt | Länge | a | b | c |
| 10 × 6 | 200 | 6 | 20 | 4 |
| 15 × 10 | 250 | 6 | 30 | 5 |
| 18 × 12 | 250 | 8 | 30 | 6 |
| 20 × 12 | 250 | 8 | 30 | 6 |
| 20 × 15 | 250 | 8 | 30 | 6 |
| 18 × 18 | 250 | 8 | 30 | 6 |
| 20 × 20 | 250 | 8 | 30 | 6 |

13. Für Spitzbohrer.

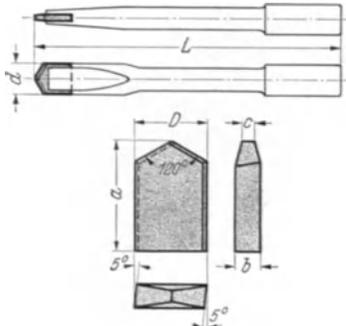


Abb. 23.

Zahlentafel 32. Titanit und Böhlerit*.

| Bohrermaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-----|---------------------|----|-----|-----|
| d | L | D | a | b | c |
| 3 | 80 | 3,5 | 8 | 1 | 0,7 |
| 4 | 90 | 4,5 | 9 | 1 | 0,7 |
| 5 | 100 | 5,5 | 10 | 1,5 | 1 |
| 6 | 100 | 6,5 | 12 | 1,5 | 1 |
| 7 | 100 | 7,5 | 12 | 1,8 | 1,2 |
| 8 | 110 | 8,5 | 12 | 1,8 | 1,2 |
| 9 | 110 | 9,5 | 14 | 2 | 1,5 |
| 10 | 110 | 10,5 | 14 | 2,5 | 1,5 |
| 11 | 120 | 11,8 | 16 | 2,5 | 1,8 |
| 12 | 120 | 12,8 | 17 | 2,5 | 1,8 |

* Widia-Plättchen für Spitzbohrer haben eine etwas kleinere Länge a.

| Bohrermaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|------------------|-----|---------------------|----|-----|-----|
| d | L | D | a | b | c |
| 13 | 130 | 13,8 | 19 | 3 | 2,2 |
| 14 | 140 | 14,8 | 21 | 3 | 2,2 |
| 15 | 150 | 15,8 | 23 | 3,5 | 2,6 |
| 16 | 160 | 17 | 24 | 3,5 | 2,6 |
| 17 | 170 | 18 | 26 | 3,5 | 2,6 |
| 18 | 180 | 19 | 27 | 4 | 3 |
| 19 | 190 | 20 | 29 | 4 | 3 |
| 20 | 200 | 21 | 30 | 4,5 | 3,5 |
| 21 | 210 | 22 | 30 | 4,5 | 3,5 |
| 22 | 220 | 23 | 31 | 4,5 | 3,5 |
| 23 | 220 | 24 | 32 | 5 | 4 |
| 24 | 225 | 25 | 33 | 5 | 4 |
| 25 | 225 | 26 | 34 | 5 | 4 |
| 26 | 225 | 27,5 | 35 | 5,5 | 4,3 |
| 27 | 230 | 28,5 | 36 | 5,5 | 4,3 |
| 28 | 230 | 29,5 | 37 | 6 | 4,7 |
| 29 | 240 | 30,5 | 38 | 6 | 4,7 |
| 30 | 250 | 31,5 | 38 | 6 | 4,7 |
| 31 | 250 | 32,5 | 38 | 6 | 4,7 |
| 32 | 250 | 33,5 | 38 | 6,5 | 5 |
| 33 | 260 | 34,5 | 38 | 6,5 | 5 |
| 34 | 260 | 35,5 | 39 | 6,5 | 5 |
| 35 | 275 | 36,5 | 39 | 6,5 | 5 |
| 36 | 275 | 37,5 | 39 | 7 | 5,3 |
| 37 | 275 | 38,5 | 39 | 7 | 5,3 |
| 38 | 275 | 39,5 | 40 | 7 | 5,3 |
| 39 | 275 | 40,5 | 40 | 7 | 5,3 |
| 40 | 275 | 41,5 | 42 | 7,5 | 5,7 |

14. Für Glasbohrer.

Zahlentafel 33. Titanit und Böhlerit*.

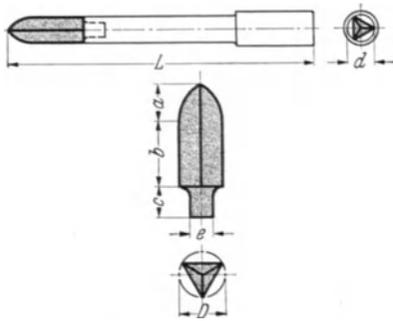


Abb. 24.

| Bohrermaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | | |
|------------------|-----|---------------------|----|----|----|-----|
| d | L | D | a | b | c | e |
| 3 | 80 | 3,5 | 5 | 18 | 8 | 4 |
| 4 | 90 | 4,5 | 5 | 18 | 8 | 4 |
| 5 | 100 | 5,5 | 6 | 18 | 9 | 4,5 |
| 6 | 100 | 6,5 | 6 | 18 | 9 | 4,5 |
| 7 | 100 | 7,5 | 8 | 18 | 9 | 5 |
| 8 | 110 | 8,5 | 10 | 18 | 9 | 5 |
| 9 | 110 | 9,5 | 10 | 18 | 9 | 5 |
| 10 | 110 | 10,5 | 10 | 20 | 10 | 6 |
| 11 | 120 | 11,8 | 10 | 20 | 10 | 6 |
| 12 | 120 | 12,8 | 13 | 20 | 10 | 7 |
| 13 | 130 | 13,8 | 13 | 20 | 10 | 7 |
| 14 | 140 | 14,8 | 14 | 20 | 10 | 8 |
| 15 | 150 | 15,8 | 14 | 20 | 10 | 8 |

* Widia-Spitzen für Glasbohrer haben einen kegelförmigen Befestigungszapfen, sonst aber dieselben Maße wie Titanit und Böhlerit.

15. Für Marmorbohrer.

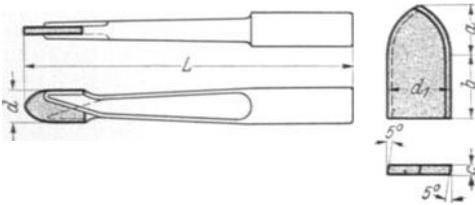


Abb. 25.

Zahlentafel 34.
Widia, Titanit und Böhlerit.

| Bohrermaße in mm | | Plättchenmaße in mm | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|-----|-----|-----|
| Durchmesser d | Gesamtlänge L | d_1 | a | b | c |
| 11 | 110 | 11,8 | 7 | 14 | 1,5 |
| 12 | 120 | 12,8 | 8 | 15 | 1,5 |
| 13 | 120 | 13,8 | 8 | 17 | 1,5 |
| 14 | 120 | 14,8 | 9 | 17 | 2 |
| 15 | 130 | 15,8 | 10 | 17 | 2 |
| 16 | 130 | 17 | 10 | 18 | 2 |
| 17 | 130 | 18 | 10 | 19 | 2,5 |
| 18 | 140 | 19 | 10 | 19 | 2,5 |
| 19 | 140 | 20 | 11 | 19 | 2,5 |
| 20 | 150 | 21 | 13 | 22 | 2,5 |
| 21 | 150 | 22 | 13 | 22 | 3 |
| 22 | 150 | 23 | 13 | 23 | 3 |
| 23 | 150 | 24 | 13 | 23 | 3 |
| 24 | 160 | 25 | 13 | 23 | 3 |
| 25 | 160 | 26 | 14 | 23 | 3 |
| 26 | 170 | 27,5 | 14 | 25 | 3 |
| 27 | 170 | 28,5 | 14 | 25 | 3 |
| 28 | 170 | 29,5 | 15 | 25 | 3,5 |
| 29 | 180 | 30,5 | 15 | 26 | 3,5 |
| 30 | 180 | 31,5 | 15 | 28 | 3,5 |

16. Für Spiralbohrer.

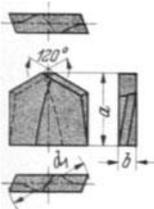


Abb. 26.

Zahlentafel 35. Widia, Titanit u. Böhlerit.

| Bohrerdurchmesser in mm | Plättchenmaße in mm | | |
|----------------------------|---------------------|-----|------|
| | d_1 | a | b |
| 5 | 5,5 | 6 | 1,25 |
| 6 | 6,5 | 7 | 1,5 |
| 7 | 7,5 | 8 | 1,75 |
| 8 | 8,5 | 8 | 1,75 |
| 9 | 9,5 | 9 | 2 |
| 10 | 10,5 | 9 | 2 |

| Bohrerdurchmesser in mm | Plättchenmaße in mm | | |
|----------------------------|---------------------|-----|------|
| | d_1 | a | b |
| 11 | 11,8 | 11 | 2,5 |
| 12 | 12,8 | 11 | 2,5 |
| 13 | 13,8 | 12 | 2,75 |
| 14 | 14,8 | 12 | 2,75 |
| 15 | 15,8 | 14 | 3 |
| 16 | 17 | 14 | 3 |
| 17 | 18 | 16 | 3,5 |
| 18 | 19 | 16 | 3,5 |
| 19 | 20 | 18 | 4 |
| 20 | 21 | 18 | 4 |
| 21 | 22 | 18 | 4 |
| 22 | 23 | 18 | 4 |
| 23 | 24 | 20 | 4,5 |
| 24 | 25 | 20 | 4,5 |
| 25 | 26 | 20 | 4,5 |
| 26 | 27,5 | 20 | 4,5 |
| 27 | 28,5 | 22 | 5 |
| 28 | 29,5 | 22 | 5 |
| 29 | 30,5 | 23 | 5 |
| 30 | 31,5 | 22 | 5 |

V. Vorbereitung der Werkzeugschäfte und Werkzeugkörper.

A. Grundregeln.

Schon beim Entwurf von Hartmetallwerkzeugen ist darauf zu achten, daß die richtigen Verhältnisse gewählt werden. Leider werden oft die bei Schnell- und Werkzeugstahlwerkzeugen üblichen Richtlinien benutzt, was grundsätzlich falsch ist: Schnell- und Werkzeugstähle können immer noch Biegungsbeanspruchungen

vertragen, Hartmetalle aber nicht. Dagegen ist Hartmetall gegen Druckbeanspruchung weit unempfindlicher. Demgemäß muß die Form des Werkzeuges, sei es ein Drehmeißel, ein Messerkopfkörper od. dgl., gewählt werden. Die Werkzeuge werden im allgemeinen bedeutend kräftiger gehalten, so z. B. werden auch Drehmeißel meist im Hochkantprofil ausgeführt, wobei zu beachten ist, daß die Stelle, die das Hartmetallplättchen trägt, mindestens drei- bis viermal so stark sein soll wie das Plättchen selbst (Abb. 27). Dadurch wird erreicht, daß der Schaftwerkstoff den oft sehr hohen Schnittkräften gegenüber standhalten kann. Bei Vierkantstählen dagegen ist stets die Gefahr vorhanden, daß am Schneidkopf zu wenig Werkstoff bleibt und dann das Plättchen nicht genügend unterstützt ist. Infolge davon wird bei leichter Abstumpfung der Schneide das Plättchen abgedrückt und dabei in den allermeisten Fällen schadhaft oder gar ganz zerstört. Lassen sich Vierkant- oder Rundschäfte nicht vermeiden, so ist es besser, besondere Plättchen, d. h. etwas schwächere, zur Bestückung zu wählen. Natürlich sind in diesem Falle auch Grenzen gesetzt durch Beanspruchung infolge Schnittdruck und Wärmeableitung. Eine Ausnahme bilden lediglich die Schäfte für Fein- und Feinstbearbeitungswerkzeuge, bei denen ganz geringe Schnittdrücke auftreten und daher die Schäfte nicht so hoch beansprucht werden. Wenn vorstehende Regeln nicht eingehalten werden, sind Mißerfolge nicht selten. Abb. 28 zeigt ein zerstörtes Werkzeug, Abb. 29 gut unterstützte Plättchen.

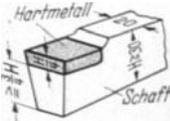


Abb. 27. Verhältnis der Platte zum Schaft.

sondere Plättchen, d. h. etwas schwächere, zur Bestückung zu wählen. Natürlich sind in diesem Falle auch Grenzen gesetzt durch Beanspruchung infolge Schnittdruck und Wärmeableitung. Eine Ausnahme bilden lediglich die Schäfte für Fein- und Feinstbearbeitungswerkzeuge, bei denen ganz geringe Schnittdrücke auftreten und daher die Schäfte nicht so hoch beansprucht werden. Wenn vorstehende Regeln nicht eingehalten werden, sind Mißerfolge nicht selten. Abb. 28 zeigt ein zerstörtes Werkzeug, Abb. 29 gut unterstützte Plättchen.

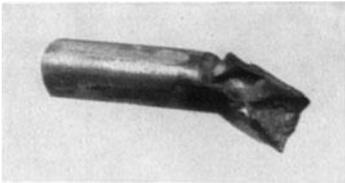


Abb. 28. Zerstörter Stahl.

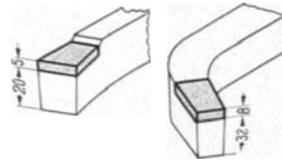


Abb. 29. Skizzen gut unterstützter Plättchen.

Nicht nur die Abmessung des Schaftes ist von Bedeutung, sondern auch die Werkstoffgüte. Oft wird in der Werkstatt der Fehler gemacht, daß jeder beliebige Stahl als Schaft verwendet wird, ohne zu beachten, ob er die nötigen Festigkeits-eigenschaften hat, um der Beanspruchung standzuhalten. Außerdem ist auch sonst nicht jeder Stahl gut geeignet, so z. B. Werkzeugstahl nicht zum Auflöten der Plättchen. Nur in Ausnahmefällen ist Werkzeug- oder Schnellstahl zu empfehlen, so unter anderem bei kleineren Werkzeugen, wie Bohrern, Reibahlen, Fräsern usw.

Als Schaftwerkstoff hat sich in den allermeisten Fällen ein Stahl mit einer Festigkeit von 60...70...80 kg/mm² Festigkeit bewährt, also St 60.11 oder St 70.11.

Legierte Chrom-Nickel- und Chrom-Molybdän-Stähle eignen sich nicht als Werkzeugschäfte, ganz abgesehen von ihren viel höheren Preisen.

B. Beispiele einiger Werkzeuge.

Die folgenden Skizzen zeigen Schneidwerkzeuge, bei denen die Verhältnisse gut gewählt sind.

Bei sehr hoch beanspruchten Drehmeißeln, wie z. B. bei Ein- und Abstechstählen, empfiehlt es sich, das Plättchen noch durch Überdecken nach Abb. 30 vor dem Abspringen zu schützen.



Abb. 30. Überdecktes Plättchen.

Schwere gerade Schruppstähle werden vorteilhaft nach Abb. 31 ausgeführt. Dabei ist die große Lötfläche, deren Größe im Bild zu erkennen ist, von besonderer Bedeutung.

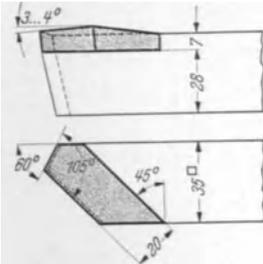


Abb. 31. Gerader Schruppstahl (große Lötfläche).

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es auch, daß die Plättchen hinten richtig anliegen. Dies wird erreicht, indem man den Radius beim Fräsen der Auflagefläche kleiner hält als den Radius am aufzulötenden Plättchen (Abb. 32). Außerdem soll das Plättchen den Schaft an der Auflagefläche nicht überragen, sondern sogar etwas zurückstehen (Abb. 33). Der vorstehende Schaftwerkstoff muß aber später (s. unter

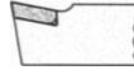


Abb. 32. Großer Radius am Plättchen.

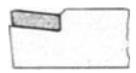


Abb. 33. Plättchen steht zurück.

Schleifen) auf einer anderen, nicht für Hartmetall bestimmten Schleifscheibe abgeschliffen werden, da sich die Scheibe für Hartmetall mit dem Schaftwerkstoff leicht vollsetzen und dann schmieren würde.

Diese Richtlinien gelten größtenteils auch bei der Herstellung von Messerköpfen, Fräsern mit eingesetzten Messern usw. (Abb. 34 und 35).

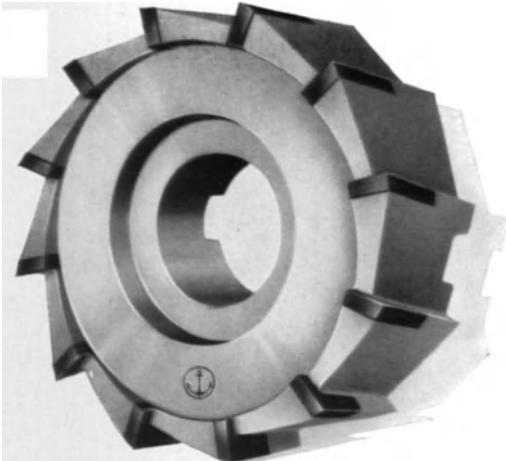


Abb. 34. Stirnfräser (Hahn und Kolb).



Abb. 35. Walzenstirnfräser. (Hahn und Kolb.)

Eine Ausnahme bilden lediglich die Hartmetallbohrer und -reibahnen, die meistens einen Schaft aus Schnellstahl haben, damit nach Abnutzung des vorderen Teiles der Bohrer oder die Reibahle als gewöhnliches Werkzeug weiterverwendet werden kann (s. im Abschnitt VIII/C).

C. Art der Bearbeitung (Fräsen, Schleifen usw.).

Vorbereitung der Schäfte und Werkzeugkörper. Die Auflageflächen der Schäfte und Werkzeugkörper müssen sorgfältig vorbereitet werden, d. h. unbedingt eben und ganz sauber sein, damit das Plättchen lückenlos aufliegt. Dies kann durch Fräsen, Schleifen, Hobeln, in Ausnahmefällen auch durch Feilen der Auflagefläche erreicht werden. Das Fräsen genügt in den allermeisten Fällen, wenn man mit einem entsprechend feinen Vorschub und mit zweckmäßigen Fräsern arbeitet. Eine sauber gefräste Auflagefläche ist besser als eine von Hand gefeilte. Die Feile kann höchstens zu geringer Nacharbeit empfohlen werden, soweit diese über-

haupt erforderlich ist. Besser jedoch ist noch das Schaben der Fläche, da hierbei leichter eine Ebene zu erreichen ist.

Bei Anfertigung von größeren Stückzahlen ist die Anwendung der Vorrichtung Abb. 36 vorteilhaft, da in dieser leicht schon bei Vorbereitung des Schaftes die entsprechenden Winkel einzustellen sind. Man geht dabei am zweckmäßigsten stufenweise vor, damit die Kosten verhältnismäßig niedrig bleiben (Näheres s. *Werkst.-Techn.* 1934, Heft 14, S. 292). Die Vorrichtung gestattet auch schon bei kleinen Mengen eine wirtschaftliche Vorbereitung des Schaftes.

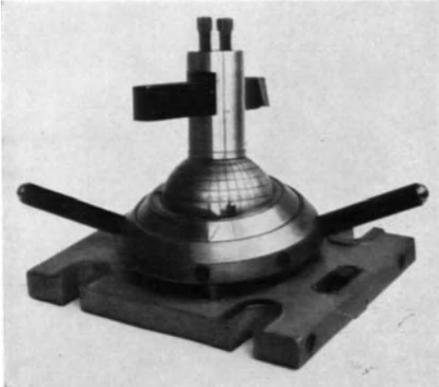


Abb. 36. Kugelspanvorrichtung für Drehstähle.
(Bauart Leier.)

empfehlen ist, wenn geschliffen werden soll, die Auflageflächen vorzuschmieden oder vorzupressen (Abb. 37), damit die Schleifscheibe nicht unnötig viel wegnehmen muß, was meistens lange Arbeitszeiten verlangt.

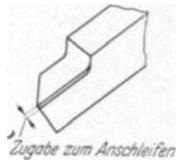


Abb. 37. Schaft geschmiedet mit Schleifzugabe.

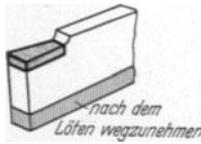


Abb. 38. Stärker gelassener Einstechstahl.

Wenn entsprechende Maschinen zur Verfügung stehen, ist auch das Anschleifen der Flächen zu vertreten. Wichtig ist dabei nur, daß auch richtige Schleifscheiben angewendet werden, die nicht schmieren und auch saubere Flächen ergeben (Näheres s. Heft 5 der *Werkstattbücher*: Schleifen und Polieren). Dieser Weg ist jedoch nur bei Großreihenherstellung wirtschaftlich. Zu

Sollen besonders kleine oder sehr dünne Werkzeugschäfte vorbereitet werden, so empfiehlt es sich, den Schaft von vornherein dicker zu wählen, um das Verziehen des Plättchens, das fast immer Rißbildung mit sich bringt, möglichst zu vermeiden. Abb. 38 zeigt das am Beispiel eines kleinen Einstechstahls.

Besondere Beachtung verdient beim Vorbereiten des Schaftes auch die

Fläche, die als Auflage beim Einspannen des Werkzeugs, z. B. eines Drehmeißels, in der Maschine dient:

Sie muß gut eben sein, damit das Werkzeug, der Drehmeißel, nicht zum Kippen neigt, wodurch die empfindliche Schneide beim Arbeiten zerstört würde (s. Abschnitt VIII).

Vorbereiten des Hartmetallplättchens. Bevor das Hartmetallplättchen aufgelötet werden kann, muß es mindestens an der Auflagefläche blank gemacht werden. Dies geschieht vorteilhaft mit Silizium-Karbid-Schleifsteinen oder -papier. Das Blankmachen an der Schleifscheibe (Silizium-Karbid) ist nicht zu empfehlen, da hierbei sehr leicht die meist am Plättchen vorhandene gerade Fläche verdorben wird, wenigstens wenn freihändig geschliffen werden muß. Bei Einspannung der Plättchen dagegen ist das Schleifen unter Umständen von Vorteil, da es rascher geht.

Hartmetallsplitter. In der Praxis kommt es auch vor, daß Hartmetallsplitter, die von zerstörten Plättchen herrühren, wieder Verwendung finden sollen. Meistens lassen sich aber solche Splitter in der Hand schlecht vollständig zurechtschleifen, da sie schwer zu halten sind. Man geht dann folgendermaßen vor:

Soweit noch eine zum Löten brauchbare Fläche am Splitter vorhanden ist, nimmt man diese als Auflagefläche, d. h. man bringt sie am vorbereiteten Schaft gut zur Anlage und lötet alsdann den Splitter in der üblichen Weise auf (Kapitel VI). Die Schneide des Werkzeuges wird als Schlußarbeit beim Scharfschleifen hergestellt (Kapitel VII).

Solche kleine Werkzeuge kommen nur für ganz leichte Schnitte in Frage, da große Schnittkräfte weder vom Plättchen noch vom Schaft aufgenommen werden können. Die Praxis hat gezeigt, daß solche Drehmeißel dagegen noch ganz günstig beim Feinbohren und beim Bearbeiten von Metallteilen mit geringer Spanabnahme benutzt werden können.

Abb. 39 zeigt ein solches Werkzeug vor dem Auflöten mit vorgerichtetem Schaft und aufgelegtem Splitter, Abb. 40 das aufgelötete, fertiggeschliffene und geläppte Werkzeug (Kapitel VII).



Abb. 39. Vorbereitetes Werkzeug zum Auflöten.

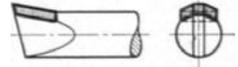


Abb. 40. Geschliffenes und geläpptes Werkzeug.

Auf diese Weise läßt sich mancher sonst wertlose Hartmetallrest noch verwenden. Beim Aussuchen des Splitters ist nur darauf zu achten, daß er selbst keine Risse hat, die ihn unbrauchbar machen.

VI. Das Befestigen der Hartmetallplättchen.

A. Auflöten mit Kupferblech oder -draht.

Lot und Lötmittel. Das geeignetste Lot ist Elektrolytkupfer (reines Kupfer), dessen Form verschieden sein kann: verwendet werden sowohl Bleche als auch Drähte (Abb. 41 und 42).

Eine verhältnismäßig geringe Kupfermenge wie in diesen Abbildungen genügt zum einwandfreien Löten vollkommen; es fließt auch, wie zur richtigen Bindung erforderlich, noch genug nach. Als Lötmittel dient Borax, um etwa vorhandene Oxyde zu lösen und um die Flächen gegen Verzundern zu schützen.

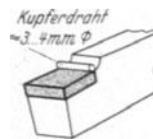


Abb. 41. Kupferdraht als Lötmittel.



Abb. 42. Kupferblech als Lötmittel.

Die Löttemperatur beim Kupfer ist 1100...1150° und muß möglichst gleichmäßig gehalten werden.

Mittel zur Erhitzung. Beim Löten in einer Gasmuffel muß unbedingt mit reduzierender Flamme gearbeitet werden, d. h. mit geringem Gasüberschuß. Die Flamme soll möglichst das Hartmetallplättchen nicht treffen, damit etwaige schädliche Einwirkungen ausgeschlossen sind. In Abb. 43 ist ein Schema gezeigt, wie dies bei einfachen Muffelöfen erzielt werden kann.

Bei kleinen Werkzeugen kann in Ausnahmefällen auch mal die Schweißflamme angewandt werden, jedoch nur mit größter Vorsicht. Hier gilt ebenfalls die Vorschrift: mit Gasüberschuß arbeiten und die Flamme nicht auf das Plättchen richten, sondern unten gegen den Schaft (Abb. 44), um so das Plättchen von unten allmählich zu

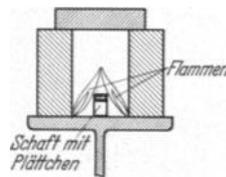


Abb. 43. Muffelofen mit eingelegtem Schaft und Plättchen.



Abb. 44. Anwärmen mittels Schweißflamme.

Abb. 44. Anwärmen mittels Schweißflamme.

erwärmen, so daß keine Risse auftreten können. Vereinzelt wird auch die Anwendung der Elektromuffel empfohlen, als deren besonderer Vorteil die gleichmäßige Temperaturverteilung und die leicht zu handhabende Temperaturregelung durch Pyrometer gilt.

Der Lötvorgang. Die Auflage sowohl am Plättchen als auch am Schaft muß vollständig entfettet sein, wozu nötigenfalls Benzin oder Tetrachlorkohlenstoff benutzt wird. Der Schaft ist vor dem Einlegen in den Ofen an der vorbereiteten Fläche mit Borax zu bestreuen. Das Plättchen soll zusammen mit dem Werkzeugschaft vorgewärmt werden; es ist auch reichlich mit Borax zu bestreuen.

Die geeignetste Temperatur zum Vorwärmen ist etwa 800°.

Nachdem der Borax geschmolzen ist, wird der Schaft mit dem Plättchen aus dem Ofen (Muffel) genommen und seine Auflage- bzw. Lötfläche nochmals mit einer Drahtbürste oder ähnlichem Gerät gründlich vom Zunder usw. gesäubert.

Dann beginnt sofort der eigentliche Lötvorgang:

Auf die gesäuberte Lötfläche legt man das Hartmetallplättchen, auf dieses wieder das Lot, wie in Abb. 41 und 42 angedeutet (sofern nicht Lötfolie oder Diagonaldrahtgewebe verwendet wird). Das aufgelegte Plättchen mit Lot und Schaft wird alsdann wieder reichlich mit Borax bestreut und wieder in den Ofen gebracht. Hier muß nochmals, am besten mehrmals, Borax nachgestreut werden, was zweckmäßig mit einem nichtzundernden Löffel geschieht, um Verunreinigungen zu vermeiden. Das Lot (Elektrolytkupfer) ist inzwischen geschmolzen und zwischen die Lötflächen gelaufen. Jetzt nimmt man das Werkzeug, z. B. Drehmeißel, aus dem Ofen und drückt das Plättchen mit einem spitzen Gegenstand fest und kurz auf die Auflagefläche des Schaftes (Abb. 45), damit das überflüssige

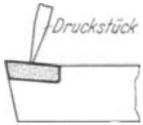


Abb. 45. Spitzes Druckstück verwenden. (Richtig.)

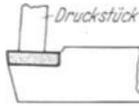


Abb. 46. Flaches oder stumpfes Druckstück. (Falsch.)

Lot weggedrückt wird und nur eine dünne Lötschicht bleibt. Ein spitzer Gegenstand ist zu wählen, damit das auf etwa 1100° erwärmte Hartmetallplättchen nicht durch Abkühlung infolge großer Flächenberührung — wie dies bei einem

Druckstück nach Abb. 46 der Fall wäre — abgeschreckt wird und dadurch springt. Das würde eine sofortige Zerstörung bedeuten. Unmittelbar nach dem Aufdrücken muß das Werkzeug, um es vor zu schneller Abkühlung zu schützen, in Asche, Holzkohlenstaub oder Elektrodenkohle gesteckt werden (Abb. 47). Gleichgültig ist dabei, welches Lot verwendet und welcher Ofen gebraucht wurde. Auch beim Schweißbrenner gilt diese Vorschrift.

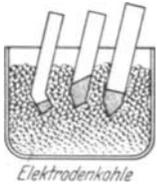


Abb. 47. Behälter mit Elektrodenkohle und eingesteckten Stählen.

Erst nach vollständigem Erkalten dürfen die Werkzeuge aus dem Kasten oder Behälter genommen werden. Bis dahin vergehen meistens, je nach Größe der Schäfte, etwa drei bis vier Stunden.

Wenn es die Verhältnisse gestatten, soll man noch länger warten. Etwaige Zweifel sind in der Werkstatt durch Versuche zu klären.

B. Auflöten mit Lötfolie und Diagonaldrahtgewebe.

Obwohl in den meisten Fällen das Kupfer die zwischen dem Hartmetallplättchen und dem Schaftwerkstoff auftretenden Wärmespannungen ausgleichen kann und auch mechanisch genügend fest ist, gibt es doch Fälle, in denen man eine (durch DRP. geschützte) Lötfolie mit besseren Eigenschaften gegen Wärmeausdehnung vorzieht. Vor allem angebracht ist die Folie beim Bestücken von Spiralbohrern, Reibahlen, Fräsern, Senkern usw. mit Hartmetall, da sie auf dem Schnellstahl-

schaft dieser Werkzeuge besser bindet und größere Festigkeit hat. Dieses Verfahren unterscheidet sich von der gewöhnlichen Kupferlötung dadurch, daß die Folie nicht auf das Plättchen gelegt wird, sondern zwischen Plättchen und Schaftauflage (Abb. 48 und 49).

Die Lötfolie besteht aus einem beiderseitig verkupferten Nickelstahlblech von etwa 0,75 mm Dicke mit gleichmäßig verteilten Löchern von 0,5 . . . 0,75 mm Durchmesser. Der Lötvorgang selbst bleibt sonst der gleiche. Die überstehende Folie wird nachher beim Schleifen mit entfernt.

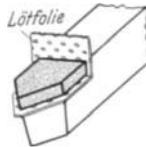


Abb. 48. Folie zwischen Schaftauflage und Plättchen.



Abb. 49. Zugeschnittene und gebogene Folie.

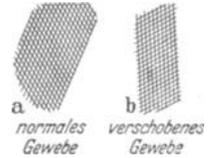


Abb. 50. Aufbau des Diagonalgewebes.

An Stelle dieser Lötfolie wird in letzter Zeit auch ein Diagonaldrahtgewebe mit einer Maschenweite von

etwa 1 mm empfohlen, mit dem besonders gute Erfahrungen in der Praxis gemacht wurden. Durch dieses Gewebe können noch größere Wärmeausdehnungen aufgenommen werden, was beim Auflöten sehr erwünscht ist. Abb. 50 zeigt die Anordnung des Diagonalgewebes, das in der Hand verschoben werden kann.

C. Auflöten mit Bronze, Silber oder Messing.

Für kleinere Werkzeuge und für solche, die nur wenig Schnittdruck aufzunehmen haben, wie z. B. für Leichtmetall oder zum Fein- und Feinstbohren, kann auch niedriger als Kupfer schmelzendes Bronze-, Silber- oder Messinglot verwendet werden. Durch die geringere Erhitzung des Schaftes hierbei ist auch die Gefahr der Überhitzung weniger groß. Messinglot führt hier und da zu Spannungsrissen beim Löten, da es den auftretenden Wärmespannungen nicht schnell genug folgen kann. Man vermeidet es daher besser.

D. Löten mehrerer Schneiden an Sonderwerkzeugen.

Bei der Herstellung von Senkern, Fräsern usw. ist zur einwandfreien Bindung durch Lote vor dem eigentlichen Löten etwa wie in Abb. 51 zu verfahren.

Die Abbildung zeigt die Vorbereitung eines Sonder-senkers. In diesem Falle eignet sich zum Löten am besten wieder Elektrolytkupfer oder eine Lötfolie. Alle Plättchen, in diesem Beispiel fünf, werden gemeinsam gelötet. Es ist auch besonders darauf zu achten, daß der Bindedraht straff gezogen ist, damit die Kohlenstifte die Plättchen richtig gegen die Körperflächen drücken. Werden solche Werkzeuge im eigenen Betrieb oft oder in größeren Stückzahlen hergestellt, so ist es empfehlenswert, geeignete Sonderhaltevorrichtungen zum Löten zu verwenden. Diese müssen allerdings eigens für die einzelnen Ausführungen von Mehrschnittwerkzeugen (Reibahlen, Senker, Fräser usw.) entworfen und angefertigt werden.



Abb. 51. Drahtzusammengehaltener Senker zum Löten.

Für das Löten selbst gelten sonst genau dieselben Regeln; von ihrer Einhaltung hängt die Lebensdauer der Werkzeuge nicht unwesentlich ab.

E. Am Schaft festgeklemmte Hartmetallplättchen.

Diese Art von Hartmetallbefestigung ist nur bei sehr leichten Schnitten angebracht, z. B. bei Leichtmetall oder beim Fein- und Feinstbohren z. B. von Lagermetallen. Im allgemeinen soll man sie vermeiden.

Neben diesem Nachteil bietet dieses Festklemmen allerdings den wirtschaftlichen Vorteil, daß man auf einem Schaft Hartmetallplättchen verschiedener Form befestigen kann. Man spart dabei nicht nur eine Anzahl Schäfte, sondern kann auch bei Bruch des Plättchens dieses sofort gegen ein anderes auswechseln. Dadurch fällt die Zeit für das Warten, die beim Löten oftmals durch die Vorbereitung des Schaftes nötig ist, weg, und die Maschine braucht nicht lange stillzustehen. Das ist allerdings auch durch Bereithalten mehrerer fertiger Drehmeißel von derselben Form und Größe zu erreichen.

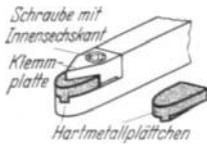


Abb. 52. Halter zum Einklemmen von Hartmetall.

Das Schleifen solcher eingeklemmten Plättchen ist ebenfalls etwas einfacher, weil dabei kein Schaftwerkstoff wegzunehmen ist und daher die Hartmetallschleifscheibe nicht verschmiert werden kann. Abb. 52 zeigt einen solchen Halter zum Klemmen. Wichtig ist dabei die zweckentsprechende Anordnung der Klemmplatte,

so daß für das Hartmetallplättchen ein Zerspringen nicht zu befürchten ist.

Eine satte Auflage, also gerade Auflageflächen, sind auch bei dieser Befestigung unumgänglich, ebenfalls muß der Halter selbst ausreichend kräftig sein. Für Leichtmetall-Schlichtfräser kann diese Befestigung gegebenenfalls sehr empfohlen werden.

VII. Scharfschleifen und Läppen der Hartmetallwerkzeuge.

Die wichtigste Arbeit beim Herstellen von Hartmetallwerkzeugen ist das Scharfschleifen der Plättchen. Von ihm hängt meist der Erfolg des Werkzeugs in hohem Maße ab. Leider wird die Wichtigkeit oft sehr unterschätzt, und Mißerfolge treten ein, die man dann oft dem Hartmetall zur Last legt.

Nicht nur die richtigen Meißelwinkel u. dgl. müssen beim Schleifen erzeugt werden, sondern auch feine und sehr scharfe Schneiden, die allein ein wirtschaftliches Arbeiten ermöglichen. Das kann durch geeignete Schleifscheiben in verhältnismäßig kurzer Zeit — in Anbetracht der hohen Härtegrade — geschehen, nur muß man dabei auf die Eigenart der Hartmetalle besonders Rücksicht nehmen.

A. Schleifen von Hand.

Die beste Art, Hartmetallschneiden scharf zu schleifen, ist der Handschliff an geeigneten Sonderschleifscheiben, jedoch verlangt er Geschick und Übung. Der Schaft- oder Trägerwerkstoff muß vor dem Schleifen des Plättchens an einer Korundschleifscheibe entfernt werden, da die Hartmetallsonderscheibe (Siliziumkarbid) sonst leicht verschmiert wird und dann am Plättchen selbst nur noch schlecht angreift.



Abb. 53. Vorschliff auf mittelkörniger Scheibe. (Gebr. Böhler.)



Abb. 54. Nachschliff auf feinkörniger Scheibe. (Gebr. Böhler.)

Stets soll man zum Vor- und Nachschleifen des Hartmetalls zwei verschiedene Schleifscheiben verwenden, wie die Abb. 53 und 54 zeigen (s. auch unter D in

diesem Kapitel). Bei Werkzeugen zur Feinbearbeitung empfiehlt sich unbedingt, die nachgeschliffene Schneide noch zu läppen.

Schleifregeln. Für das Schleifen der Hartmetallwerkzeuge lassen sich genaue Regeln aufstellen:

1. Entfernen des überschüssigen Schaftwerkstoffs durch Korundscheibe.
2. Vorschleifen mit mittelkörniger Siliziumkarbidscheibe.
3. Fertig- oder Nachschleifen mit feinkörniger Siliziumkarbidscheibe.
4. Nach Erfordernis: Läppen der schon fein geschliffenen Schneide.

Das Läppen erhöht in jedem Fall die Standzeit der Schneide, also die Schneid-

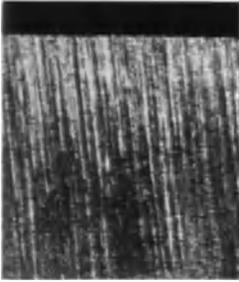


Abb. 55 a. Vorschliff.

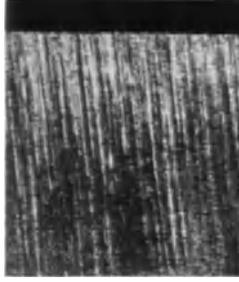


Abb. 55 b. Feinschliff.
(Gehr. Böhler.)

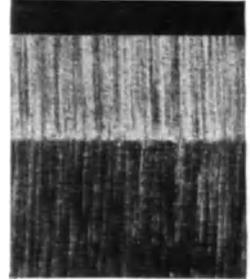


Abb. 55 c. Läppschliff.

leistung des Werkzeuges, ganz bedeutend. In Abb. 55 a bis c ist die Feinheit der geschliffenen und geläpten Schneiden einander gegenübergestellt.

Die Schleifgeschwindigkeit bzw. Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe muß richtig gewählt werden. Sie liegt allgemein bei 25 ... 30 m/s, wird neuerdings jedoch erhöht bis zu etwa 45 m/s, unter Umständen aber auch gesenkt sogar bis zu 5 m/s (selbsttätiges Schleifen). In der Rechentafel Abb. 56 sieht man den Zusammenhang zwischen Schleifscheibengeschwindigkeit (v_s), Schleifscheibendurchmesser (D_s) und Drehzahl (n_s).

Trocken oder naß schleifen. Die Werkzeuge können trocken oder naß geschliffen werden. Wird trocken geschliffen, so darf auf keinen Fall das warm oder heiß gewordene Werkzeug in Wasser od. dgl. abgekühlt werden, weil dadurch das Hartmetallplättchen völlig zerstört würde. Um dieser Gefahr aus dem Weg zu gehen, ist es ratsam, naß zu schleifen, was unbedingt zu besseren Ergebnissen auch nachher beim Arbeiten führt. Ausnahmen sind gestattet bei kleinen Drehmeißeln usw., die keine große Wärme beim Scharfschleifen entwickeln.

Beim Naßschliff selbst muß reichlich Wasser ununterbrochen zur Verfügung stehen, da sonst leicht Spannungsrisse auftreten, die das Hartmetallplättchen unbrauchbar machen. Abb. 57 und 58 zeigen richtige und ungenügende Wasserkühlung.

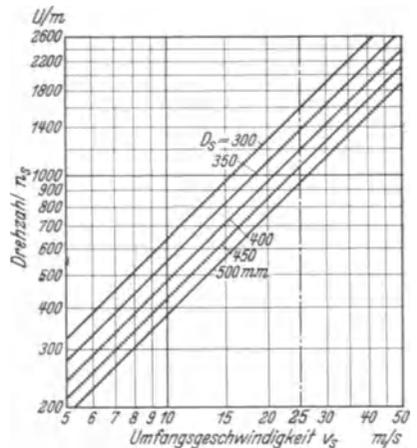


Abb. 56.
Drehzahlermittlung für Schleifscheiben.

Ebenso falsch wie in Abb. 58 ist das Schleifen nach Abb. 59, weil hier die Kühlung nicht das Werkzeug bzw. die Schneide trifft. Die Folge ungenügender Kühlung, nämlich Netzrisse, zeigt Abb. 60.



Abb. 57. Richtiger Naßschliff.
(Gebr. Böhler.)



Abb. 58. Ungenügende Wasserkühlung.
(Gebr. Böhler.)

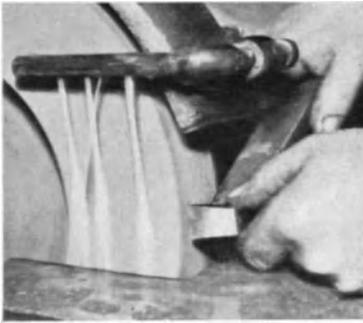


Abb. 59. Schleifen an nichtbespülter
Seite. (Gebr. Böhler.)

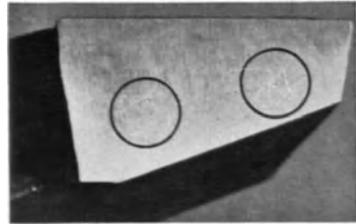


Abb. 60. Netzrisse durch ungenügenden
Naßschliff oder ungeeignete Schleifscheiben.
(Gebr. Böhler.)

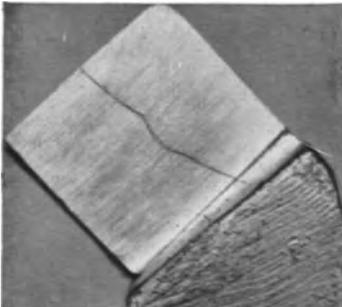


Abb. 61. Spannungsriß. (Gebr. Böhler.)

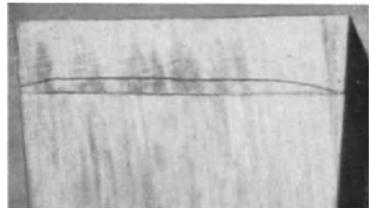


Abb. 62. Spannungsriß. (Gebr. Böhler.)

Der Schleifdruck darf weder beim Vorschleifen des Schaftes noch beim Schleifen des Plättchens sehr stark sein, weil dadurch ebenfalls Spannungsrisse entstehen können (Abb. 61 und 62). Der Riß nach Abb. 62 nimmt allerdings schon unter Umständen vom Lötten seinen Ausgang, ist aber erst beim Schleifen des Schaftes zu erkennen.

Ein noch größerer Fehler ist es, trocken zu schleifen und nach Erwärmung das Werkzeug im Wasser abzukühlen. Dadurch würde das Plättchen unbedingt zerstört.

Auf die Gefahr des Trockenschleifens an sich wurde oben schon hingewiesen. Sie besteht auch bei Naßschleifmaschinen, die nicht gut instand gehalten werden, sei es, daß die Kühlwasserleitung nicht in Ordnung ist oder die Pumpe zu wenig fördert. Man neigt dann leicht dazu, irgendein Gefäß mit Kühlwasser an der Maschine bereitzuhalten, um darin das scharf zu schleifende Werkzeug abkühlen zu können (Abb. 63). Auch beim besten Vorsatz, dies nicht zu tun, bleibt es nie, da beim Trockenschleifen große Wärmemengen entstehen, vor allem bei großen Werkzeugen: der Schaft wird zu warm oder gar heiß, so daß er nicht mehr in der Hand gehalten werden kann und abgekühlt wird.

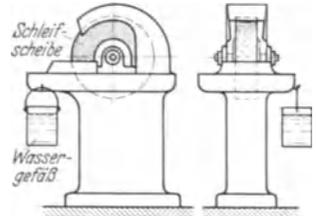


Abb. 63. Falscher Weg und daher unbedingt zu vermeiden.

Reihenfolge und Richtung des Schleifens. Die Flächen müssen in richtiger Folge geschliffen werden: zuerst die obere Seite des Plättchens, dann die Seitenflächen und zuletzt die Vorder- oder Stirnfläche. Abb. 64 zeigt skizzenhaft die richtige Art vor allem für Handschliff. Diese Vorschrift ist unbedingt zu befolgen.

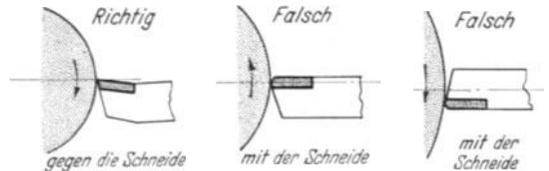


Abb. 64. Schnitttrichtung beim Schleifen.

Das Scharfschleifen „mit der Schneide“ ist deshalb zu verwerfen, weil infolge des Gefügeaufbaues des Hartmetalles die Schneide

leicht ausbräche, d. h. ganze Kristalle aus dem Hartmetallplättchen mitgerissen würden. Die Schneide würde dann immer sägenartig und unsauber sein und schnell abstumpfen.

Die Schleifscheibe darf nicht zu klein sein, weil das Plättchen sonst zu stark unterschleift wird (Abb. 65). Die Schneide würde dadurch geschwächt und beim Arbeiten leicht ausbrechen.

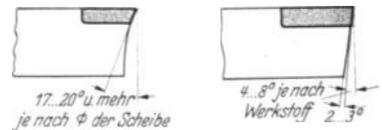


Abb. 65. Starker Unterschleiß schwächt die Schneide.

Abb. 66. Schneide bleibt unterstützt.

Richtiger ist, nach Abb. 66 vorzugehen und den Schaftwerkstoff vorher etwas zu hinter-schleifen, damit die Sonderschleifscheibe aus Siliziumkarbid den Schaft nicht berührt und somit nicht verschmiert wird.

Der Zustand der Schleifscheibe ist, wie bei allen Schleifarbeiten, von großem Einfluß. Die Scheibe muß immer frühzeitig und richtig abgezogen werden, damit sie griffig bleibt und nicht brennt.

Nur dann wird der Schliff einwandfrei und das Plättchen nicht zerstört — vorausgesetzt, daß es mit der Hand nicht zu stark gegen die Scheibe gedrückt wird.

Die Schleifscheiben werden in der Werkstatt häufig zu spät abgezogen, weil jedermann dieser unangenehmen Arbeit aus dem Wege geht. Richtig ist daher, wenn hierfür eine besondere Vorschrift herausgegeben und ein Mann bestimmt wird, der die Scheiben regelmäßig in bestimmten Zeitabschnitten abziehen muß.

Hierzu müssen geeignete Abziehvorrichtungen vorhanden sein, wie sie in verschiedenen Ausführungen im Handel erhältlich sind. Besonders bewährt haben sich solche, die es durch ihre Bauart erzwingen, daß rechtzeitig abgezogen wird, indem sie nur geringe Mengen von der Schleifscheibe abnehmen können.

Dann kann nämlich das Abziehen nicht lange hinausgeschoben werden, weil sonst die Vorrichtung nicht mehr genügt und der Abziehende auf Schwierigkeiten stößt.

So wird auf einfache und erzieherische Weise erreicht, daß die Hartmetallschleifscheiben immer im guten Zustande bleiben, vor allem stets schlagfrei laufen, was beim Scharfschleifen von Werkzeugen wie Dreh- und Hobelmeißeln usw. von größter Bedeutung ist.

Schlagende Schleifscheiben sind der sichere Anfang aller Mißerfolge; sie müssen deshalb unter allen Umständen entfernt oder aber mindestens in Ordnung gebracht werden. Gegebenenfalls ist strenge Überwachung am Platze. Ein empfehlenswerter Weg beim Schärfen der Hartmetallschneiden ist der: in einer besonderen Ausgabe werden gleichzeitig genügend Normal- und auch Sonderwerkzeuge vorrätig und bereitgehalten und dort auch geschliffen (s. unter Abschnitt VII, E und X, B). Dann braucht man in der Werkstatt seine Werkzeuge nicht selbst zu schleifen, sondern kann sie jederzeit vorgerichtet von der Ausgabe beziehen.

B. Selbsttätiges Schleifen.

Obwohl der Handschliff am meisten üblich ist und sich im allgemeinen auch am besten bewährt, wird gelegentlich auch selbsttätig bzw. halbselfsttätig geschliffen, wenn Form oder Eigenart des Werkzeugs es erfordern.

Jedoch ist dabei größte Vorsicht am Platze, und besonders müssen weichere Schleifscheiben — selbstverständlich auch aus Siliziumkarbid — verwendet werden. Die Schleifgeschwindigkeit ist auf 10 . . . 5 m/s zu ermäßigen. Es soll nur naß geschliffen werden mit sehr reichlicher Kühlung (Näheres s. Kruehl: Werkst.-Techn. 1936, Heft 19, S. 410)

C. Schleifen von Messerköpfen, Reibahlen usw.

Messerköpfe, Fräser, Reibahlen, Senker usf. kann man nur auf dafür ein-

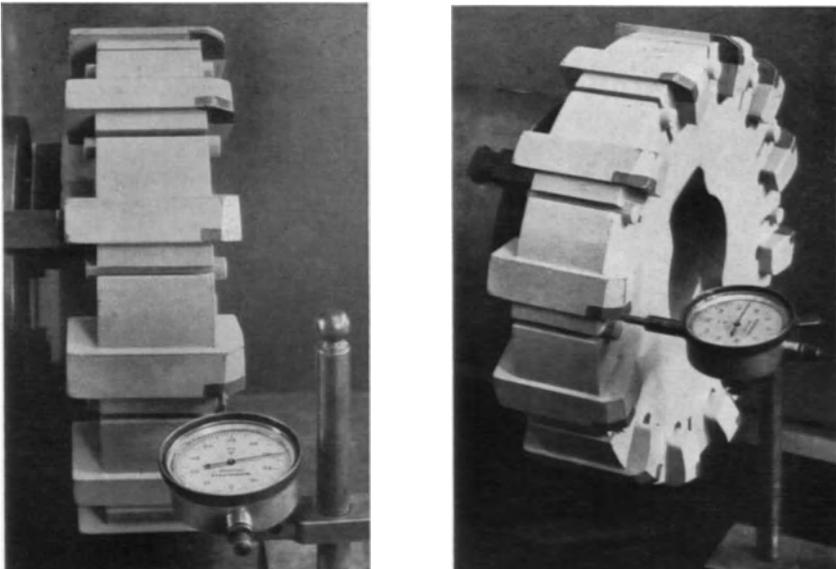


Abb. 67 u. 68. Ausrichten der Messerkörper mittels Uhr. (Aus Heft der Deutschen Carborundum-Werke.)

gerichteten Maschinen schleifen. Die eingebauten Messer z. B. beim Messerkopf müssen mit der Meßuhr vor dem Schleifen so genau wie möglich aus-

gerichtet werden auf Rund- und Planlauf (Abb. 67 und 68). Erst dann kann richtig fertiggeschliffen werden: es können wirtschaftliche Schleifzeiten eingehalten und vor allem die Plättchen geschont, d. h. möglichst geringe Mengen von ihnen abgeschliffen werden. Bei solchem Scharfschleifen ist auch die Gefahr, daß ein Hartmetallplättchen brennt, reißt oder springt, gering.

Beim Scharfschleifen nach Abb. 69 wird trocken gearbeitet. Es darf dann aber nur ganz wenig zugestellt werden, damit der Schleifdruck nicht zu groß wird, da er ja beim selbsttätigen Schliff nicht wie beim Handschliff durch die Hand gefühlt wird. Es soll immer eine Schleiflehre benutzt werden, da nur dann richtige, für günstiges Arbeiten notwendige Schnittwinkel mit einiger Sicherheit zu erzielen sind.

Abb. 70 zeigt die Anwendung einer Schleiflehre zum Messen des Freiwinkels α , Abb. 71 zum Messen des Keilwinkels β und damit mittelbar des besonders wichtigen Spanwinkels γ .

Keineswegs sollen die Schnittwinkel nur nach Schätzung geschliffen werden, sonst wird die Schneide leicht ungünstige Winkel (besonders zu große α und γ) bekommen und bei der Arbeit leicht zerstört werden. Wenn auch die Anwendung der Schleiflehre vielleicht etwas unbequem erscheint, so wird sich doch die kleine Mühe reichlich lohnen.

Ist keine Schleiflehre vorhanden, so kann auch ein verstellbarer Winkelmesser (Transporteur), wie er in der Werkstatt üblich ist, benützt werden. Sehr vollkommen ist der Schneidstahlwinkelmesser Abb. 72.

D. Abziehen und Läppen der Schneiden.

Jede einzelne Schneide sollte nach dem Fertigschleifen noch mit einem Abziehstein abgezogen werden, um eine möglichst feine, scharfenfreie Kante zu bekommen. Als Abziehsteine eignen sich wieder Siliziumkarbidsteine, wie sie im Handel erhältlich sind. Das Abziehen ist besonders von Bedeutung bei der Bearbeitung von Stahl, also bei Verwendung der Hartmetalle Widia X und XX, Titanit U und Böhlerit E.

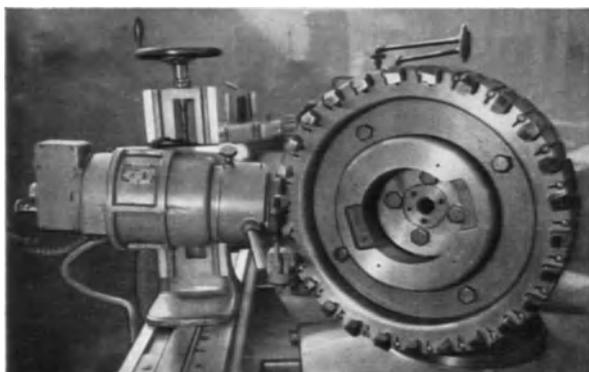


Abb. 69. Messerkopf beim Fertigschleifen. (Aus Heft der Deutschen Carborundum-Werke.)

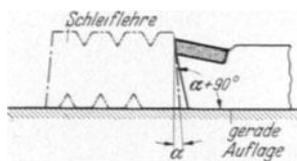


Abb. 70. Messen des Keilwinkels α .



Abb. 71. Messen des Keilwinkels β .



Abb. 72. Schneidstahlwinkelmesser. (Reindl & Nieberding, Berlin.)

Es hat sich im Laufe der Zeit als vorteilhaft erwiesen, zur Verstärkung der Schneide beim Drehmeißel eine Fase von 0,2 . . . 0,4 mm Breite, je nach der Größe des Werkzeuges, anzusetzen (Abb. 73), wobei die Fase etwa um den halben Spanwinkel γ geneigt ist. Dadurch wird die Standzeit der Schneide erheblich verlängert — jedoch nur, wenn die Fase richtig nach Abb. 73 gewetzt wird.

Man kann ruhig behaupten, daß zum Verarbeiten von hochlegiertem Stahl (Cr-, Ni-, Cr-Mo- usw. Stahl) nur Schneiden mit Fase wirtschaftlich arbeiten.

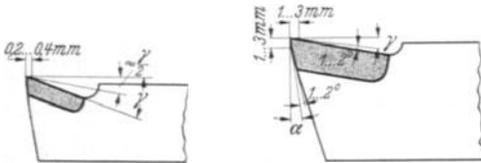


Abb. 73 und 74. Anschliff auf Fase.

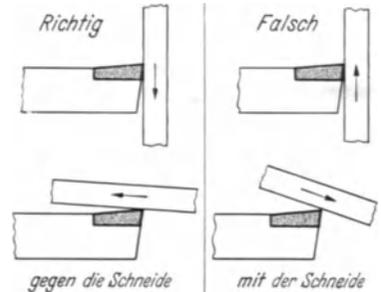


Abb. 75. Die Richtung und Steinführung ist zu beachten.

Statt des Abziehsteines kann auch eine feinkörnige Scheibe benutzt werden. Für hohen Feinheitsgrad der Arbeit ist das Läppen der Schneiden unumgänglich und heute auch schon selbstverständlich.



Abb. 76. Läppmaschine. (Hahn & Kolb-Vomag.)

Besonders zu empfehlen ist es für die Werkzeuge auf Revolver- und selbsttätigen Bänken und für die Bearbeitung von Werkstoffen, die die Schneiden stark verschleifen, wie Gummi, Preßstoffe u. dgl. Zum Läppen sind besondere Maschinen im Gebrauch, die sich ganz gut bewährt haben, z. B. Abb. 76. Über Läppscheiben usw. s. im folgenden Abschnitt E. Wie beim Abziehen so soll auch beim Läppen stets nur ein schmaler Streifen angestrebt werden (etwa 1 . . . 3 mm breit), Abb. 74. Die Schnittrichtung zeigt Abb. 75.

E. Auswahl der Schleifscheiben.

Art der Scheiben. Die Erfindung und Anwendung der gesinterten Hartmetalle stellte die Schleifmittelerzeuger vor neue Aufgaben, da die in der Stahlbearbeitung sonst üblichen Elektrokorund-Schleifscheiben für Hartmetalle ungeeignet sind. Nicht nur, daß sie nicht angreifen, dadurch brennen und Risse verursachen, die Schleifzeit würde auch viel zu hoch werden.

Es wurde deshalb ein ganz anderer Rohstoff, Siliziumkarbid (Siliziumkohlenstoff), als Ausgangsstoff gewählt. Diese Zusammensetzung hat eine besonders hohe Härte — 9,7 der Mohsschen Härteskala — und ist geeignet, die Hartmetall-

körner richtig abzunehmen, ohne große Wärmeentwicklung, die beim Schleifen von Hartmetall unbedingt vermieden werden muß. Diese Zusammensetzung hat sich im Laufe der Jahre als die einzig richtige erwiesen, und es ist davon abzuraten, irgend andere Schleifscheiben zu verwenden.

Der Gefügebau dieser Hartmetall-Schleifscheiben ist noch durch das keramische Bindemittel stark beeinflusst: das Gefüge ist hochporös, wodurch hohe Wärmeentwicklung beim Scharfschleifen unterbunden wird. Ebenso wichtig ist es, daß diese Scheiben bei schneller Schneidwirkung eine verhältnismäßig lange Lebensdauer haben, so daß sie wirtschaftlich arbeiten.

Wie bei allen anderen Schleifscheiben, so wird auch bei diesen Scheiben für Hartmetall die Körnung durch Zahlen angegeben. Da die Schleifmittelhersteller sich über diese Bezeichnung noch nicht geeinigt haben, so können allgemein gültige Zahlen nicht angegeben werden.

Einige Unterlagen zur Normung sind gegeben durch Normblatt DIN 1171 über Prüfsiebe, worin die lichte Maschenweite sowie die Drahtdicke eines Siebgewebes als Grundlage angegeben ist (s. Heft 5 der Werkstattbücher: Schleifen und Polieren; ferner Schleif-Industrie-Kalender, Hoya a. d. Weser, Verlag Petzold-Druck).

Die Härte wird, wie allgemein üblich, mit Buchstaben bezeichnet. Sie soll nie zu hoch gewählt werden, besonders nicht zum Schleifen von titan- und tantalhaltigen Hartmetallen.

Die Schleifscheiben müssen also richtig abgestimmt sein in Härte (Bindung) und Körnung.

Richtige Größe der Schleifscheibe, entsprechend dem Verwendungszweck, ist anzustreben, ebenso die Körnung, die bestimmt wird durch die verlangte Schleifleistung oder das verlangte Schliffbild, d. h. Feinheit der Schneide. Wenn auch vereinzelt im Handel für Vor- und Fertigschliff gemeinsame Sonderscheiben angeboten werden, so ist davor dringend zu warnen: sie führten stets zu Mißerfolgen und zerstörten nur teure Rohstoffe. Bis heute ist es noch nicht gelungen, Scheiben herzustellen, die sich gleich gut für Vor- und Fertigschliff von Hartmetall eignen.

Der einzig bewährte Weg ist:

Vorschleifen (mittelkörnige Scheibe: je nach Schliff etwa 60 . . . 100).

Fertigschleifen (feinkörnige Scheibe je nach Schliff etwa 100 und höher).

Feinstschleifen (noch feinkörnigere Scheibe bis etwa 260).

An Stelle von Feinstschleifen ist das Läppen zu empfehlen mit Läppscheiben (Angaben über solche s. weiter unten).

Als die gangbarsten Härten haben sich J, K, L, M, N, O, P, vereinzelt auch bis T, erwiesen, je nach Hersteller (die verschiedene Einteilungen haben). Wird die zu schleifende Fläche nicht bewegt, wie meist beim mechanischen Schleifen, so muß die Scheibe weicher (und gröber) sein als bei bewegtem Plättchen (Handschliff). Dasselbe gilt für große Schleifflächen gegenüber kleinen. Beim Trockenschliff kann die Härte etwa 1^o größer sein als beim Naßschliff. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich, durch Schleifversuche die richtige Scheibe auszuwählen.

Wolframkarbide verlangen gegenüber Tantal- und Titankarbid andere Härte der Scheiben. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sich z. B. für einen bestimmten Zweck für Wolframkarbid die Härte M eignet, für Titan- oder Tantalkarbid die etwas geringere Härte L. Wo es sich nicht lohnt, Schleifscheiben mit verschiedenen Härtegraden bereitzuhalten, kann auch mit ein und derselben Scheibe geschliffen werden, wobei dann aber besondere Vorsicht am Platze ist, d. h.: der Schleifdruck muß entsprechend geregelt werden, besonders beim Handschleifen.

In jedem Falle ist aber davon abzuraten, jede angebotene Scheibe zu verwenden oder gar wegen günstigerer Preisstellung eine bekannte und bewährte Scheibe abzulehnen; denn nirgends gilt mehr der Satz als hierbei, daß die richtige Scheibe die wirtschaftlichste ist.

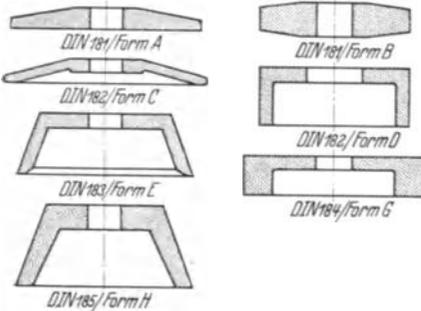


Abb. 77. Genormte Schleifscheibenformen.

Scheiben wird eine Paste, gemischt aus Diamantstaub, Paraffinöl und Pariserrot (Mischungverhältnis $\approx 1 : 1 : 1$), aufgetragen. Statt Diamantstaub wird neuerdings wohl pulverförmiges Borkarbid (B_4C) verwendet,

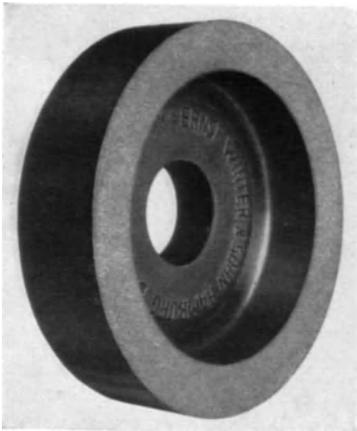


Abb. 78. Sonderläppscheibe.
(Ernst Winkler & Sohn, Hamburg.)

Außer Gußscheiben sind auch Sonderläppscheiben erhältlich (Abb. 78), die den Vorteil haben, daß sie bereits mit Diamantstaub durchsetzt sind und nicht erst für den Gebrauch von Zeit zu Zeit vorbereitet werden müssen, was in der Werkstatt ab und zu unterbleibt. Sie werden teilweise auch in Verbindung mit Öl benutzt; die zweckmäßigste Gebrauchsanweisung wird immer vom Hersteller angegeben.

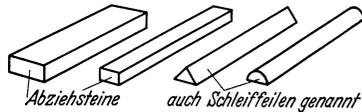


Abb. 79. Abziehsteine und Feilen.

Abziehsteinformen. Es sind mehrere Formen im Handel und Gebrauch (Abb. 79). Sie werden trocken, mit Öl oder mit Petroleum verwendet. Die Körnung muß selbstverständlich ganz besonders fein sein. Als Rohstoff dient Siliziumkarbid.

Handläpper. In neuerer Zeit sind auch Handläpper (Abb. 80) im Handel, die mit Diamantstaub durchsetzt und vor allem dort vorteilhaft sind, wo keine Diamantläppscheiben und Maschinen vorhanden sind. Außerdem eignen sie sich besonders, um zeitraubenden Ein- und Ausbau von Hartmetallwerkzeugen zu ersparen, wie z. B. bei Messerköpfen, bei Werkzeugen für Automaten, Halbautomaten, Revolverköpfe usw.



Abb. 80. Handläpper. (Ernst Winter & Sohn, Hamburg.)

Nicht zuletzt leistet der Handläpper auch gute Dienste beim Nachläppen der Fase usw.

F. Hartmetallschleifmaschinen.

Die Eigenart der Hartmetalle gab schon beim Aufkommen Anlaß dazu, eigens für sie gebaute Schleifmaschinen auf den Markt zu bringen, da die sonst gebräuchlichen Schleifsteine und Schleifmaschinen nicht genügten.

Vielfach wurde diesem Erfordernis in der Werkstatt nicht Rechnung getragen, so daß nicht selten ganze Reihen von Hartmetallplättchen durch Schleifen an ungeeigneten Maschinen zerstört wurden.



Abb. 81. Hartmetallschleifmaschine (Munthe).

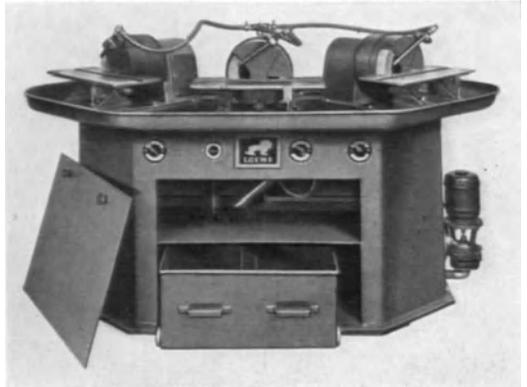


Abb. 82. Dreikopf-Hartmetallschleifmaschine (Loewe).

Es genügt nicht, einfach an einem vorhandenen Schleifböckchen die Scheibe gegen eine Siliziumkarbidscheibe auszuwechseln, um Hartmetallwerkzeuge schleifen zu können. Der Erfolg des Schleifens hängt sehr von der Maschine und vom Ausführenden ab, so daß es ratsam ist, vorher immer zu prüfen, ob die Bedingungen erfüllt sind, die Erfolg versprechen.

In Abb. 81...83 werden eine Reihe bewährter Hartmetallschleifmaschinen gezeigt, die vor allem auch wirtschaftlich arbeiten, was sehr von Bedeutung ist, da das Hartmetallschleifen meist längere Zeit in Anspruch nimmt als das Schleifen von Werkzeug- und Schnellstahlwerkzeugen.

Voraussetzung für gute Arbeit ist natürlich auch bei diesen Maschinen, daß sie immer gut instand gehalten werden. Im anderen Fall kann das Hartmetallplättchen leicht zerstört werden.

Abb. 81 zeigt eine doppelseitige Hartmetallschleifmaschine für ausschließlich Handarbeit. Diese Maschine ist besonders leicht zugänglich, leichter als die meisten anderen.

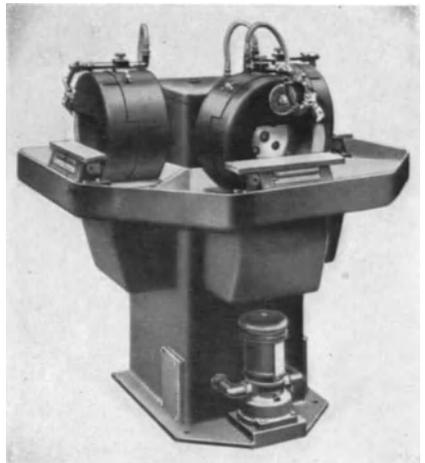


Abb. 83. Dreikopf-Hartmetallschleifmaschine (Schieß-Deifries).

Abb. 82 zeigt eine Dreikopf-Hartmetallschleifmaschine. Während zwei von den drei Schleifscheiben dem Hartmetallschliff (vor und fertig) dienen, ist die dritte zum Freischleifen des Schaftwerkstoffes bestimmt, also als Korundschleifscheibe vorgesehen.

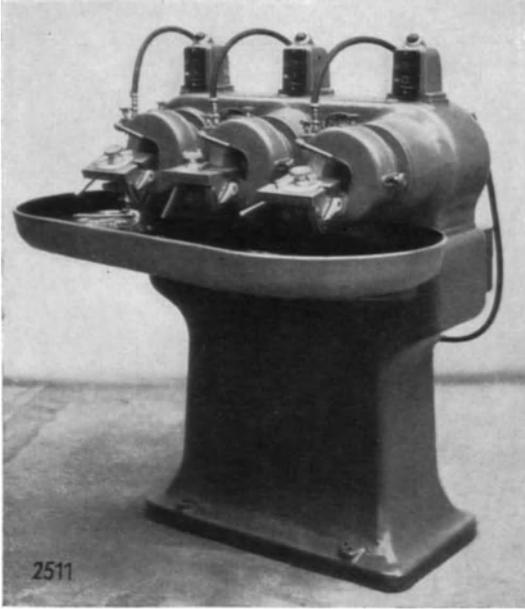


Abb. 84. Hartmetallschleifmaschine. (Elbtalwerk.)

Eine halbselfsttätige Stähleschleifmaschine mit Einrichtung zum Schleifen von Hartmetall mit verschiedenen Geschwindigkeiten zeigt Abb. 85. Für diese gelten die Bemerkungen zum halbselfsttätigen Schleifen (s. Abschnitt VII, B).



Abb. 85. Halbselfsttätige Stähleschleifmaschine. (Münthe.)

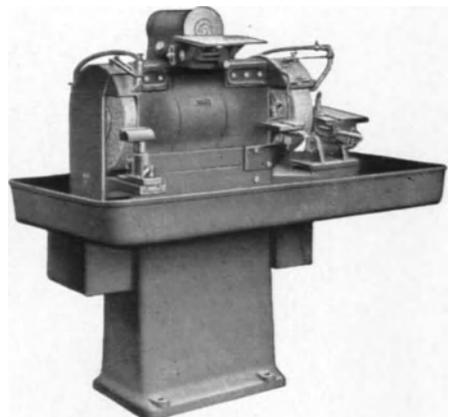


Abb. 86. Dreischeibige Schleif- und Läppmaschine. (Meier & Weichelt, Leipzig.)

Abweichend von den eben beschriebenen dreischeibigen Hartmetallschleifmaschinen ist in Abb. 86 die Korundschleifscheibe zum Wegschleifen des Schaftwerkstoffes fortgelassen und dafür oben eine Läppscheibe angeordnet. Für Hartmetall-

vorschleif dient links eine Flachscheibe, für Fertigschleif rechts eine Topfscheibe. Die Drehrichtung des Läppmotors ist umkehrbar.

G. Die wichtigsten Schleifregeln.

Zum Schluß dieses Kapitels seien die wichtigsten Schleifregeln nochmals zusammengestellt:

1. Für Vor- und Fertigschleif unbedingt geeignete Sonderschleifscheiben verwenden. Kleine Drehmeißel auf besonders feinkörnigen Scheiben zurichten.

2. Immer gegen die Schneide schleifen, und zwar stets zuletzt die Fläche des Freiwinkels (α).

3. Für den Fertigschleif eher eine zu feine als zu grobe Scheibe verwenden, aber niemals eine sog. Einheitsscheibe, die für Vor-, Fertig- und Feinstschleif im Handel ab und zu angeboten wird. Solche Scheibe enttäuscht immer; es wäre Sparsamkeit am verkehrten Platze.

4. Hartmetallschneiden frühzeitig schleifen, weil wirtschaftlich; nur dadurch vermeidet man allzu große Erwärmung des Hartmetalls¹.

5. Trocken- oder Naßschleif anwenden, aber keinesfalls erwärmte Schneiden irgendwie im Wasser usw. abkühlen. Zu rasche Abkühlung kann auch schon dadurch entstehen, daß man das erwärmte Plättchen mit kühlen Flächen in Berührung bringt.

6. Schlagfreie, griffige Schleifscheiben (aus Siliziumkarbid) verwenden; öfters abdrehen. Schleifscheiben auswuchten.

7. Vorgeschriebene richtige Schleifgeschwindigkeit beachten und von Zeit zu Zeit nachprüfen, da sie sich durch das öftere Abdrehen fortdauernd ändert.

8. Nicht zu kleine Schleifscheiben verwenden.

9. Unter allen Umständen auf richtige Schnittwinkel des Hartmetallwerkzeuges sehen und die Schneiden läppen.

VIII. Wichtige Richtlinien für das wirtschaftliche Arbeiten mit Hartmetallschneidwerkzeugen und deren Einführung.

A. Allgemeines.

Das beste Hartmetall hat keinen Zweck, wenn es nicht mit Kenntnissen und Vernunft angewandt wird. Neben der Maschine ist auch der Mensch, der mit ihm zu tun hat, von großer Bedeutung; denn durch unsachgemäßes Umgehen mit Hartmetall entsteht viel Verlust, es kann sogar die Wirtschaftlichkeit der Benutzung dadurch fraglich werden.

Die Einführung von Hartmetall, sei es in kleine oder größere Werkstätten oder sogar in Fabriken, ist mit die Hauptsache und manchmal für eine spätere erfolgreiche Verwendung allein ausschlaggebend. Daher darf keine Mühe gescheut werden, um die Benutzer in der Werkstatt anzuleiten. Durch Tafeln mit Anleitungsskizzen und Bildern, die gut sichtbar in der Werkstatt aufgehängt werden, ist immerhin schon etwas zu erreichen; noch besser allerdings ist es, wenn sich zu Anfang eine Aufsichtsperson ausschließlich mit der Einführung beschäftigt und gegebenenfalls aufklärend eingreift.

Dieser Weg erscheint kostspielig, aber die Praxis hat das Gegenteil davon bewiesen: es ist letzten Endes nur wirtschaftlich, gleich beim ersten Gebrauch die Benutzer richtig zu schulen.

¹ Ph. Kruehl: Das Schleifen von Hartmetallen. Werkst.-Techn. Bd. 30 (1936) Nr. 19, S. 410.

Soweit es die Verhältnisse gestatten, ist es sogar zu empfehlen, daß die mit der Einführung betraute und verantwortliche Stelle für die ersten Versuche in der Werkstatt die Dreh- oder Hobelmeißel usw. selbst zurechtet und scharf schleift. Nur dadurch ist die Gewähr gegeben, daß diese wichtige Arbeit von Anfang an sachgemäß ausgeführt wird.

Trotzdem wird es dann noch vorkommen, daß einzelne Versuche nicht zur Zufriedenheit ausfallen. Da hat dann besonders die Aufklärungs- und Einführungsarbeit zu beginnen, die oftmals große Geduld und viel Eifer und Energie erfordert.

Aber dieser Aufwand wird sich sehr bald lohnen, und Vertrauen von seiten der Verbraucher in der Werkstatt wird einkehren, und dies bedeutet mehr, als man glauben möchte.

Vorzüge des Hartmetalls als Schneidmetall. Die Bearbeitung mit Hartmetall ist grundsätzlich heute bei fast allen Werkstoffen möglich. Trotzdem empfiehlt es sich, in jedem einzelnen Falle vorher genau zu überlegen, ob die Sache Aussicht auf Erfolg hat, oder ob nicht doch der alte Weg, Verwendung von Schnellstahl oder Werkzeugstahl, wirtschaftlicher ist. Dieses gilt in der Hauptsache da, wo geeignete, d. h. schnellaufende und starre Maschinen nicht zur Verfügung stehen.

Als Bearbeitungsverfahren kommen Drehen, Fräsen, Bohren, Reiben, Senken und Hobeln, allerdings mit gewisser Einschränkung, in Betracht. Für Stanzarbeiten usw., d. h. bei Arbeiten mit plötzlich auftretendem hohen Druck und dazu noch bei großen Querschnitten, ist Hartmetall ungeeignet.

Der Hauptvorteil der Anwendung als Schneidmetall liegt bei allen Hartmetallen in der bedeutend — teilweise um ein Vielfaches — höheren Schnittgeschwindigkeit, welche durch die in früheren Abschnitten bereits erwähnte Warmhärte möglich wird.

Gleichzeitig bringt die erhöhte Schnittgeschwindigkeit günstigere Schnittdrücke, was in der Werkstatt immer erwünscht ist.

Etwas ungünstig wirkt sich allerdings der Vorschub auf die Schneidleistung aus, da er bei allen Hartmetallwerkzeugen geringer zu wählen ist als bei Schnellstahl, doch gleicht die höhere Schnittgeschwindigkeit diesen Mangel in reichlichem Maße wieder aus.

Für die heute sehr hohen Anforderungen an die Oberflächengüte ist die hohe Schnittgeschwindigkeit und das Verhältnis „hohe Schnittgeschwindigkeit zu kleinem Vorschub“ sehr vorteilhaft.

Dies wird deutlich bewiesen durch einen Teil der Filmaufnahmen des ablaufenden Spanes beim Drehen von Prof. Schwerd, Hannover¹ (Abb. 87 und 88).

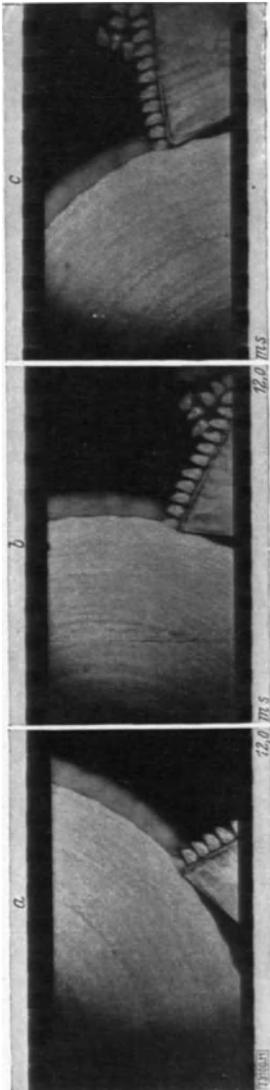


Abb. 87. Schwingungsvorgang an der Oberfläche des Werkstücks. Werkstoff: Automatenstahl. Schnittgeschwindigkeit $v = 7,6$ m/min, Vorschub $s = 0,33$ mm/U.

¹ Veröffentlicht in der Z. VDI. Bd. 80 (1936) Nr. 9, S. 233.

Der bedeutend günstigere Spanablauf in Abb. 88 erzeugt eine glatte Oberfläche, die teilweise das Schleifen noch zu überbieten vermag.

Keinesfalls darf man, wie es vielfach beim Schnell- und Werkzeugstahl üblich ist, die Schnittgeschwindigkeit herabsetzen und erwarten, daß die Standzeit wächst; dadurch tritt gerade das Gegenteil ein: das Hartmetall zeigt schon nach kurzer Zeit, manchmal nach wenigen Minuten, eine starke Abstumpfung.

Günstig sind stets hohe Geschwindigkeiten bei geringen Vorschüben.

Es kann trocken oder naß zerspannt werden, naß aber nur mit reichlichem Kühlmittelstrom. Nach Möglichkeit soll die Kühlung vor dem Anstellen der Schneide einsetzen, um mit Sicherheit zu vermeiden, daß die etwa schon warm gewordene Schneide durch Abschrecken zerstört wird. In Zweifelsfällen ist die trockene Zerspannung der Naßzerspannung vorzuziehen.

Als Kühlmittel gelten bis heute allgemein die gleichen Flüssigkeiten wie bei der Bearbeitung durch Schnell- oder Werkzeugstahl.

Durch die obigen Erscheinungen läßt sich auch die meist maßhaltigere Paßarbeit bei Verwendung von Hartmetall leicht erklären: die Werkstücke erwärmen sich nicht so wie bei Schnellstahl.

Mit der Leistungssteigerung wächst der Kraftbedarf, und es ist daher immer zu überlegen, ob die in Aussicht genommene Maschine in ihrem Aufbau den Anforderungen, die wirtschaftliche Hartmetallanwendung voraussetzt, genügt. Dabei ist die Riemendurchzugskraft, Riemenbreite usw. in Erwägung zu ziehen.

Allerdings steigt der Kraftbedarf nicht in demselben Verhältnis wie die Leistung, sondern bleibt meistens bedeutend zurück (s. Krupp: Widia-Handbuch, S. 74, 75).

Die Abstumpfung der Hartmetallschneide muß rechtzeitig während des Arbeitens beobachtet und die Schneide dann gleich nachgeschärft werden, da sonst das Plättchen völlig zerstört wird. Das Stumpfwerden ist deutlich zu erkennen, vor allem an dem verschiedenen Spanablauf: Bei scharfen Schneiden rollt der Span meist kurz ab, wenn die Schneide richtig ausgebildet ist; eine stumpfe Schneide erzeugt langfädige und bröcklige Späne. Die Färbung der Späne läßt ebenfalls die Abstumpfung in vielen Fällen erkennen.

Ein sehr deutliches und sicheres Merkmal ist noch das Blankwerden der Oberfläche oder „das Drücken“, wie es in der Werkstatt genannt wird.

Wenn sich beim Arbeiten mit Hartmetall diese Anzeichen einstellen, ist es höchste Zeit, die Schneide nachzuschleifen. Nur so wird größerer Schaden vermieden. Es ist auch unbedingt wirtschaftlicher, wenn man nicht wartet, bis die Schneide stark ausgebrochen ist, sondern öfters schärft; denn dann dauert das Schleifen nur einen Bruchteil der Zeit, die bei stark zerstörter Schneidkante nötig ist.

Abb. 89 zeigt eine unbenutzte Schneide, Abb. 90 eine leicht angegriffene, bei der ein leichtes Nachschärfen schon zu empfehlen ist, wenn wirtschaftlich gearbeitet werden soll. In diesem Fall ist nur eine ganz kurze Schleifzeit nötig und auch der Abschleiß sehr gering: es wird also Hartmetall gespart.

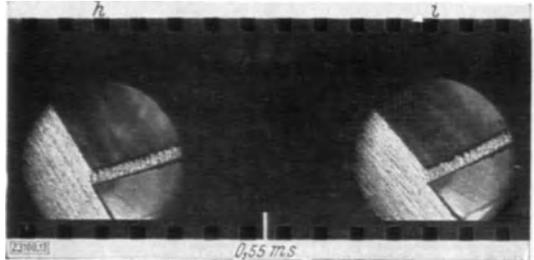


Abb. 88. Fließspan bei einer Schnittgeschwindigkeit, die für Stahl sehr hoch ist. Werkstoff: Siemens-Martin-Stahl St. 42,11 geglüht. Schnittgeschwindigkeit $v = 400$ m/min, Vorschub $s = 0,4$ mm/U.

Wird jedoch mit solchen leicht abgestumpften Schneiden weiter gearbeitet, so führt das zu starker Abstumpfung wie in Abb. 91. Die Schleifzeit ist dann ein Vielfaches und der Abschleiß oder Hartmetallverschleiß sehr groß, die Lebensdauer des Plättchens beträchtlich herabgesetzt. Die Standzeiten der Hart-

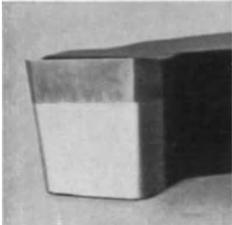


Abb. 89. Unbenutzte Hartmetallschneide.

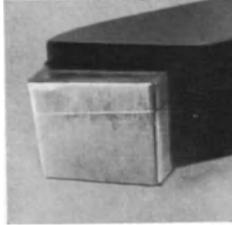


Abb. 90. Leicht angegriffene Schneide.

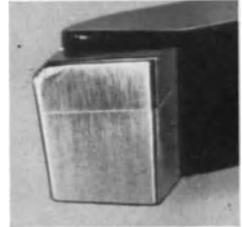


Abb. 91. Stark abgestumpfte Schneide.

metallschneiden liegen bei richtiger Behandlung und Anwendung viel höher als bei sämtlichen Schnellstahlsorten. Es sei nochmals betont: bei richtiger Behandlung und Anwendung; denn es kann vorkommen, daß die Schnellstahlschneide sich bedeutend besser bewährt, wie z. B. bei dünnen, besonders langen Wellen, die nicht richtig abgestützt werden können. Derartige Wellen federn durch und zerstören daher die besten Hartmetallwerkzeuge (s. in Abschnitt XIV).

B. Dreh- und Hobelmeißel.

Die Einstellung des Drehmeißels zur Werkstückmitte muß beachtet werden. Es kommt bei Hartmetall mehr darauf an als bei Schnellstahl, da die Schneidwinkel α und γ bei Hartmetall kleiner sind. Im allgemeinen ist genaues Ausrichten auf Mitte (Abb. 92) das richtige. Bei zähen Werkstoffen, wie Stahl, kann eine kleine

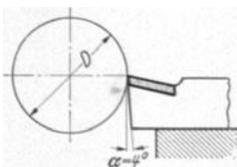


Abb. 92.

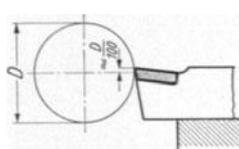


Abb. 93.

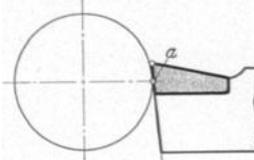


Abb. 94.

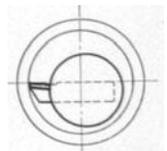


Abb. 95.

Überhöhung (Abb. 93) manchmal vorteilhaft sein, da sie γ vergrößert, α verkleinert. Erheblich größer als 1% soll sie jedoch nicht sein, da die Schneide sonst in Punkt α (Abb. 94) leicht anläuft und dadurch das Plättchen in Gefahr bringt.

Beim Ausbohren (Abb. 95) ist ebenfalls Stellung auf Mitte im allgemeinen richtig; nur muß manchmal der Freiwinkel α infolge des Verhältnisses: Bohrungsdurchmesser zu Schaft- oder Halterdicke etwas größer sein, damit das Werkzeug frei schneidet und nicht anläuft bzw. drückt. Die Schäfte bzw. Stahlhalter müssen stets so dick wie möglich ausgeführt werden, damit sie keinesfalls durchfedern.

Einspannung und Auflage. Ebenso wichtig wie richtige Höhenstellung ist kurze Einspannung des Hartmetallmeißels. Die Verhältnisse der Abb. 96 sind anzustreben. Sind sie nicht zu erreichen, so ist auch die Ausführung nach

Abb. 97 zulässig. Dagegen darf der Meißel auf keinen Fall so lang eingespannt werden wie in Abb. 98: er würde nach unten abgedrückt und durchfedern, wobei das Plättchen leicht zerstört werden könnte.

Wenn infolge Eigenheit des zu bearbeitenden Werkstücks das lange Einspannen nicht zu umgehen ist, so sollte Schnellstahl statt Hartmetall verwendet werden.

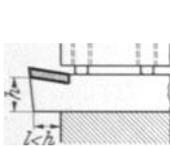


Abb. 96. Gut eingespannter Stahl.

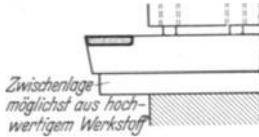


Abb. 97. Einspannung mit Zwischenlage.

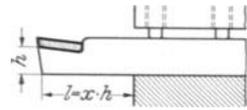


Abb. 98. Falsche Einspannung des Stahles.

Das Schnellstahlwerkzeug kann durch seine Zähigkeit und ganz anderen Gefügebau derartiger Verhältnisse eher vertragen.

Der Schaft muß gut, d. h. satt aufliegen. Deshalb ist die Auflagefläche möglichst zu bearbeiten (hobeln, fräsen oder auch schleifen). Natürlich muß auch die Auflagefläche an der Maschine bzw. am Support eben sein, sonst nützt die beste Fläche am Werkzeug selbst nichts.

Stillsetzen der Maschine. Beim Arbeiten mit Hartmetall ist unbedingt zu verhindern, daß die Maschine im Schnitt, also während der Arbeitsleistung, mit eingerücktem Vorschub stehen bleibt. Dieser Stillstand führt in den allermeisten Fällen zum Bruch des Plättchens.

Wenn die Maschine aus irgendeinem Grunde stillgesetzt werden muß, so muß zuerst die Vorschubbewegung ausgelöst werden, so daß das Werkzeug auslaufen kann. Wenn jedoch die Maschine durch Überlastung, sei es durch Abstumpfung der Schneide oder wegen ungenügender

Riemendurchzugskraft, von selbst stehenbleibt, ist es zweckmäßig, zuerst die Einspannung des Schaftes, d. h. die Schrauben am Krebs, zu lösen und dann das Werkzeug aus dem Schnitt zu nehmen (Abb. 99 und 100).

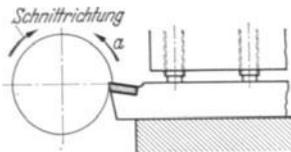


Abb. 99. Stahl hat eingehängt.

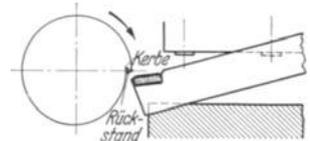


Abb. 100. Richtiges Ausspannen.

Auf keinen Fall darf man aber den Versuch machen, das Werkzeug in entgegengesetzter Richtung (α) zu bewegen oder — was auf dasselbe herauskommt — das Werkstück in der Schnittrichtung, etwa durch Ziehen am Riemen usw., denn dadurch wird die Schneide vorn zerstört, meist sogar die ganze Hartmetallplatte.

Hatte die Schneide „eingehängt“, so sollte die „Kerbe“, die dabei entsteht (Abb. 100), entfernt werden, weil in ihr oft ein kleiner Hartmetallrückstand sitzt, der beim Anstellen die Schneidkante von neuem zerstören würde.

Schnittwinkel. Um günstige Spanleistungen zu bekommen, müssen die erprobten Schnittwinkel nach Zahlentafel 37, S. 52, eingehalten werden. Die Bezeichnungen sind genormt (DIN 768); in Abb. 101 und 102 sind sie angegeben.

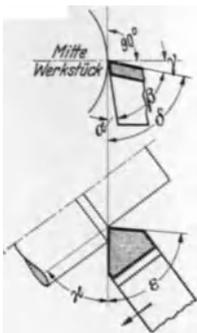


Abb. 101. Winkelbezeichnungen. α = Freiwinkel. β = Keilwinkel. γ = Spanwinkel. δ = Schnittwinkel. ϵ = Spitzenwinkel. ζ = Einstellwinkel.



Abb. 102. λ = Neigungswinkel.

Der Spanwinkel γ (und damit in der Hauptsache auch der Keilwinkel β) wird durch den zu zerspanenden Werkstoff bestimmt. Der Freiwinkel α soll möglichst klein sein, nie mehr als zum einwandfreien Freischnitt nötig ist. Meist liegt er zwischen 4° und 8° , bei einigen Stoffen muß er kleiner sein (um β zu vergrößern), bei einigen anderen größer.

Der Einstellwinkel κ wird vorteilhaft mit 45° ausgeführt, sofern die Umstände es gestatten. Eine Verkleinerung bringt allerdings eine Vergrößerung der Standzeit, aber auch größere Schnittdrucke mit sich und umgekehrt.

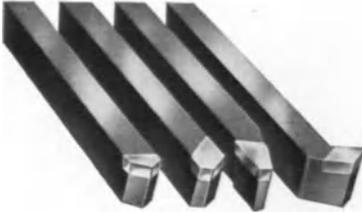


Abb. 103. Verschiedene Drehstähle mit Hartmetall. (Hahn & Kolb.)

Der Neigungswinkel λ , der der Schneide einen ziehenden Schnitt gibt, soll für Hartmetall immer > 0 sein — etwa $2 \dots 10^\circ$ — nie kleiner¹. Er bringt Stöße von der Spitze weg und schont so die Schneide.

Wie bereits früher hervorgehoben, ist beim Drehen mit Hartmetall ein kleiner Vorschub bei entsprechend höherer Schnittgeschwindigkeit von besonderem Vorteil. Abb. 103 zeigt einige Drehstähle in vorschrittmäßiger Ausführung.

C. Bohrer, Senker, Reibahlen usw.

Beim Bohren mit Hartmetall ist stets sehr große Vorsicht nötig. Am besten werden nur dort Hartmetallbohrer verwendet, wo mit Schnellstahlbohrern nicht mehr auszukommen ist, wie z. B. bei Manganhartstahl, Hartguß oder rostfreiem Stahl. Selbstverständlich kann Hartmetall auch bei anderen Werkstoffen zum Bohren verwendet werden, so z. B. vorteilhaft bei dem siliziumhaltigen Silumin, bei dem die Schneidhaltigkeit des Hartmetalls vorteilhaft zur Geltung kommt, im Gegensatz zur Schnellstahlschneide.

Zum Nachbohren und Senken dagegen ist Hartmetall allgemeiner zu empfehlen: hierbei hat die Praxis gute Erfolge gebracht.

Wenn Hartmetallbohrer verwendet werden, ist es wichtig, daß sie kurz und schwingungsfrei eingespannt werden. Auch ist möglichst mit Kühlflüssigkeit zu arbeiten. Reiben mit Hartmetallschneiden empfiehlt sich vor allem dort, wo Schnellstahl-Reibahlen allzu rasch die Maßhaltigkeit einbüßen: bei sehr zähen



Abb. 104. Hartmetall-Reibahle. (May.)



Abb. 105. Hartmetall-Spiralbohrer. (Hahn & Kolb.)



Abb. 106. Spiralsenker mit Hartmetall. (Hahn & Kolb.)

Werkstoffen und in der Reihen- und Massenfertigung. Die Standzeit solcher Reibahlen ist oft ein Vielfaches der der Schnellstahl-Reibahlen. Für die Ausführung und Anwendung gelten im allgemeinen die Vorschriften der Werkzeuge ohne Hartmetallbestückung (s. Heft 16: Senken und Reiben).

Um tadellose Löcher beim Reiben zu bekommen, sind die Schneiden sorgfältig mit Handläpper abzuziehen.

Die Abb. 104 . . . 106 zeigen einige Werkzeuge mit Hartmetallschneiden.

¹ Das hindert nicht die Verwendung eines negativen Neigungswinkels für Versuchszwecke; vgl. Werkst.-Techn. Bd. 31 (1937) Nr. 11 S. 254.

D. Fräser, Messerköpfe.

Richtige und wirtschaftliche Fräsarbeit mit Hartmetall kann nur geleistet werden, wenn die Fräser oder Messerköpfe entsprechend durchgebildet sind.

Die Messerform soll nach Möglichkeit vorn abgeschrägt sein wie in Abb. 107 Ausführung A; die Ausführung B dagegen ist möglichst zu vermeiden, da hierbei die Schneide mit der scharfen Ecke (α) angreift und leicht zerstört wird. Ungemein wichtig ist es auch, daß die Messerköpfe und Fräser schlagfrei und fest aufgesetzt werden, am besten auf kegelige Aufnahme nach DIN (Vor-Norm 2200).

Die Messer sollen, ähnlich wie die Schäfte bei Drehmeißeln, so stark ausgeführt werden, daß sie dem Hartmetallplättchen genügend Unterstützung bieten.

Die sonstigen Arbeitsbedingungen stimmen ungefähr mit denen bei Schnellstahlfräsern und -messerköpfen überein.

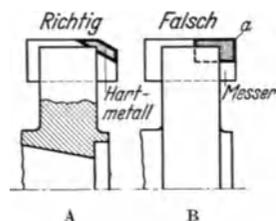


Abb. 107.

C. Automaten- und Revolverkopf-Formmeißel.

Wo bei Revolverbänken, Halbautomaten und Vollautomaten Formstähle aus Hartmetall verwendet werden, ist es erforderlich, diese Werkzeuge nicht nur sorgfältig herzustellen, sondern auch richtig zu entwerfen.

Reifliche Überlegung vorher wird sich immer lohnen, wie folgendes Beispiel zeigen mag (Abb. 108 und 109).

Es handelt sich um das Einstechen der Nuten an einem Gußkolben auf einem Halbautomaten. In Abb. 108 ist das Hartmetallwerkzeug als Formplatte ausgebildet. Der Stahlhalter wird wohl einfacher, aber die Gefahr beim Scharfschleifen größer; denn, falls Risse entstehen, wird meist die ganze Formplatte betroffen. Die Folge davon ist großer Hartmetallverlust oder, im günstigsten Falle, viel Schleifzeit, da ja die ganze Platte geschärft werden muß. Überhaupt ist auch beim Arbeiten, wenn irgendeine Störung eintritt, die ganze Platte gefährdet.

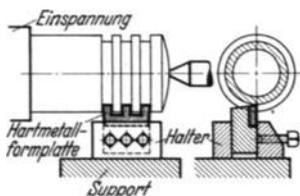


Abb. 108. Ausführung mit ganzer Formplatte.

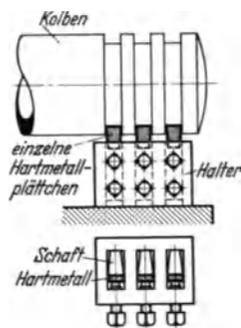


Abb. 109. Ausführung mit einzelnen Stählen.

Bedeutend günstiger liegen die Verhältnisse bei der Werkzeugausführung nach Abb. 109. Die drei Einzelplättchen sind jederzeit leicht auszuwechseln, unabhängig voneinander; ebenso werden sie getrennt geschärft. Bricht ein Plättchen, so wird das andere nicht unbedingt in Mitleidenschaft gezogen. Der Stahlhalter ist allerdings etwas schwieriger herzustellen, daher kostspieliger. Die Mühe wird sich aber durch längere Lebensdauer der Plättchen lohnen. Die Anschaffungskosten für das Hartmetall sind nach Abb. 109 bedeutend niedriger als nach Abb. 108.

IX. Anforderungen an die mit Hartmetall arbeitenden Maschinen.

Nicht auf jeder Maschine können Hartmetalle wirtschaftlich verwendet werden, an ihren Aufbau wie an ihren Zustand sind besondere Anforderungen zu stellen. Die Maschine muß zunächst die zur wirtschaftlichen Ausnutzung von Hartmetall nötige Drehzahl zur Erzielung der Schnittgeschwindigkeiten (Kapitel XIV) her-

geben. Unter Umständen kann ein Umbau der Maschine helfen: Unmittelbarer elektrischer Antrieb durch Getriebemotor mit Spannriemen, Einbau von Wälzlagern usw. Ferner muß die Maschine ruhig und schwingungsfrei arbeiten, besonders für Feinstbearbeitung, schließlich ist den Einrichtungen für ausreichende Schmierung und Kühlung Beachtung zu schenken.

Die Maschine muß in gutem Zustande sein, zumal die Führungen; wollte man z. B. auf einer in den Lagern stark ausgenutzten Fräsmaschine schwere Schnitte mit einem Messerkopf nehmen, so würden die Hartmetallschneiden, ohne etwas zu leisten, schnell zerstört sein. Also bevor man eine Maschine für Hartmetall einrichtet, ihren Zustand genau prüfen, wenn man sich vor Schaden bewahren will.

Wohl alle deutschen Werkzeugmaschinenfabriken stellen heute im Rahmen ihres Fertigungsplanes neuzeitliche Maschinen für Hartmetall her. Bei der Auswahl muß man den Zweck vor Augen haben: Hohe Drehzahlen; erschütterungsfreier, starrer Aufbau; sorgfältig durchgebildete Lagerungen und Führungen; gute Bedienbarkeit, um neben den kurzen Maschinenzeiten auch kleine Handzeiten zu bekommen; gute Abfuhr der Späne, die ja in großer Menge anfallen; weitgehend selbsttätige Schmiereinrichtungen usw.

X. Zweckmäßige Verwaltung und Überwachung des Hartmetallverbrauches.

A. Lagerung.

Die Lagerhaltung von Hartmetall ist in Anbetracht des hohen Anschaffungspreises nicht unwichtig. Eine große Auswahl gebräuchlicher Formen ist unbedingt von Vorteil. Man glaubt jedoch vielfach, sparsam oder wirtschaftlich zu handeln, wenn möglichst wenige Arten von Plättchen am Lager liegen.

Die Praxis hat bewiesen, daß das Gegenteil der Fall ist. Warum? Es kommt in jeder Werkstatt öfters vor, daß Werkzeuge verschiedener Art und Größe gebraucht werden. Ist dann die passende Plättchengröße oder -form nicht vorhanden, so beginnt das Umschleifen und Anpassen, wobei aber oft mehr Hartmetall verschliffen wird, als sonst für das betreffende Werkzeug gebraucht worden wäre.

Sind Sonderformen erforderlich, so empfiehlt es sich, sie nach Skizze beim Hersteller oder Lieferer zu bestellen. Nur selten lassen sich hierfür normale Formen (s. Kapitel IV) verwenden.

Sind Hartmetalle verschiedener Herkunft im Gebrauch, so sind sie streng getrennt zu lagern, weil dann bei Beanstandungen niemals Verwechslungen vorkommen können. Dasselbe gilt für die einzelnen Hartmetallmarken, wie Widia N, XX, Titanit G, U und Böhlerit E usw. (s. auch Kapitel II).

Der Ab- und Zugang von Hartmetall am Lager ist genau zu überwachen, damit Verbrauchs- und Kostenberechnungen möglich sind.

Am besten bewährt sich in der Praxis die Kontrolle des Gewichtes, d. h. der Verbrauch an Hartmetall für eine immer wiederkehrende Arbeit wird in Gramm oder Kilogramm innerhalb einer bestimmten Zeit genau verfolgt. Üblich ist es auch, die Zahl der bearbeiteten Werkstücke festzustellen.

Jede Kontrolle hat auch für die Verbraucher in der Werkstatt erzieherischen Wert; denn diese fühlen sich beobachtet und werden deshalb mit den Werkzeugen sorgsam umgehen.

Unendlich viel Schaden kann entstehen, wenn die Behandlung der Hartmetalle zu wünschen übrigläßt. Diese Schäden wieder gutzumachen, ist teilweise un-

möglich; man achte daher darauf, daß alles geschieht, um unsachgemäße Behandlung überhaupt nicht erst einreißen zu lassen.

B. Art der Ausgabe an die verbrauchende Werkstatt.

Wo es zu umgehen ist, soll man die Plättchen — wenigstens die für normale Werkzeuge — nicht unaufgelötet an den Verbraucher in der Werkstatt abgeben. Dadurch unterbindet man von vornherein unsachgemäße Vorbehandlung beim Löten, Vorschleifen usw.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß es am zweckmäßigsten ist, normale Drehmeißel, Hobelmeißel usw. fertig aufgelötet, geschliffen und, wenn nötig, geläppt im Lager bereitzuhalten, um sie gegebenenfalls sofort an die Verbrauchswerkstatt abgeben zu können. Sie dürfen aber nur gegen Marke oder Beleg abgegeben werden, so daß eine genaue Kontrolle möglich ist.

Bei der Ausgabe muß gleichzeitig festgelegt werden, für welche Arbeiten oder welches Werkstück das Werkzeug gebraucht werden soll. Hiervon hängt in allererster Linie auch die Bestimmung der Werkzeugform ab.

Es ist nicht gleichgültig, welche Drehstahlform z. B. für eine bestimmte Dreharbeit verwendet wird; ferner muß genau geprüft werden, welche Form am wirtschaftlichsten arbeiten wird.

Nur so kann größte Sparsamkeit erreicht werden. Sehr oft wird von der Werkstatt aus versucht, möglichst große Plättchen oder Werkzeuge zu bekommen, die aber nachher in der Maschine niemals richtig ausgenützt werden können.

Ratsam ist es, um Ordnung und Übersicht zu halten, die Normalwerkzeuge, wie beispielsweise Drehmeißel, nach Normen in der Ausgabe vorrätig zu halten. Also etwa: Gebogene Schruppstähle (DIN 4952) links und rechts, gebogene Seitenstähle (DIN 4559) links und rechts, gerade Schruppstähle (DIN 4951), abgesetzte Seitenstähle (Messerstähle nach DIN 4960) usw.

Ein anderer Weg ist der, die Stähle nach den Nummern und der Gruppierung der Hartmetallieferanten zu kennzeichnen; allerdings besteht bei diesen noch keine Einheitlichkeit, wenn auch einige Übereinstimmung (s. Listenauszüge, S. 9f.).

Ohne Bezeichnung ist schlecht auszukommen, da in den meisten Fällen der Ausgeber nicht Fachmann ist und daher die Stähle und ihren Verwendungszweck nicht kennt.

Der folgende Weg hat sich in der Praxis gut bewährt: In der Nähe der Ausgabe ist sichtbar eine gut leserliche Tafel aufgehängt, auf der die einzelnen Bezeichnungen mit Darstellung der Formen in Bildern nach DIN aufgeführt sind.

Wenn nun z. B. der Dreher, Einrichter oder Meister einen Drehmeißel für eine bestimmte Arbeit braucht, so sieht er sofort, unter welcher Nummer er ihn gegen Hinterlegung einer Marke erhalten kann. Werkzeuge, die nur für bestimmte Arbeiten gebraucht werden, müssen gesondert erfaßt und nach Werkstücksnummer oder Zeichnungsnummer kenntlich gemacht werden.

In Werkstätten, wo zu jeder einzelnen Maschine bestimmte Werkzeuge gehalten werden, ist es vorteilhaft, noch die Maschinenummer anzugeben. Bei Arbeiten, die auf verschiedenen Maschinen vorkommen, wie es in der Kleinreihenfertigung üblich ist, kann empfohlen werden, daß der Verbraucher von seinem Einrichter, Vorarbeiter oder Meister bei Übernahme der entsprechenden Arbeit einen Beleg zum Empfang des dafür bereitgehaltenen Sonderwerkzeuges erhält.

Die Beachtung aller dieser Punkte erleichtert den Überblick und ermöglicht jederzeit, falsche oder unzuweckmäßige Anwendung festzustellen.

C. Ausnutzung in der Werkstatt.

Um den Verschleiß von Hartmetallwerkzeugen so gering wie möglich zu halten, ist zu fordern, daß die Plättchen bis aufs äußerste ausgenützt werden. Hierzu ist erforderlich, daß in größeren Werkstätten bzw. Ausgaben eine bestimmte Auswahl von Werkzeugen in gleicher Form und Art mehrmals vorhanden ist, um die vielseitige Verwendung ein und desselben Werkzeugs zu vermeiden. Denn solche Verwendung macht sich in dem häufigen Nach- und Umschleifen sehr unangenehm bemerkbar und wirkt sich in sehr starkem Abschleiß des Plättchens, also geringer Lebensdauer, aus. Die folgenden Beispiele aus der Werkstatt zeigen offensichtlich die Vorteile bei wenig vielseitiger Verwendung.

Beispiel 1. Drehen eines Deckels zur Vorderradnabe (Abb. 110). Werkstoff: Temperguß.

Zur Verwendung kam:

Ein rechter gebogener Schrappstahl (DIN 4952) mit Widia N bestückt (Größe 20×30).

Ein rechter gebogener Seitenstahl (DIN 4559) mit Widia N bestückt (Größe 20×30).

Der Preis des Plättchens war etwa je 8 RM, also zusammen etwa 16 RM.

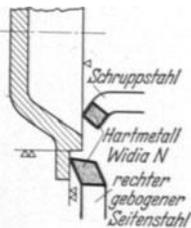


Abb. 110. Nabendeckelbearbeitung. (Drehen.)

Stückzahl geschätzt (im ungünstigen Falle) = 1500; tatsächlich mit den zwei Meißeln hergestellte Stückzahl = 2040.

Herstellungskosten der beiden Halter (im eigenen Betrieb) etwa 15 RM (mit Unkosten und Schaftstahl bei größeren

Stückzahlen). Der Halter wurde außerdem zum mehrmaligen Auflöten verwendet, je nach Länge etwa 4 . . . 5mal.

Die Selbstkosten der 2 Meißel betragen also zusammen ≈ 31 RM.

An Arbeitslöhnen wurde gegenüber Schnellstahl je Stück etwa 0,16 RM gespart. Bei 2040 Stück ergibt das eine

Gesamtlohnersparnis von $0,16 \cdot 2040 = 326$ RM. Bei 250% Unkostensatz:

Gesamtersparnis von $326 \cdot 3,5 = 1140$ RM

Abzüglich Werkzeugkosten $= 31$ „

Reinersparnis $= 1109$ RM

Beispiel 2. Gehäuse zum Kardangelenk. Werkstoff: Gußeisen.

Verwendung fanden 1 Schrapp- und 1 gebogener rechter Seitenstahl, gelegentlich noch 1 Schlichtstahl.

Für die beiden ersten Werkzeuge galt der Wert vom ersten Beispiel mit zusammen etwa 31 RM, für den Schlichtstahl 12 RM, zusammen etwa 43 RM.

Die Lebensdauer der Stähle betrug durchschnittlich in diesem Falle (der Schnitt war teilweise unterbrochen) etwa 750 . . . 800 Stück.

An Arbeitslohn wurde gegenüber Schnellstahl je Stück etwa 0,25 RM gespart. Bei 750 Stück ergibt das eine

Gesamtlohnersparnis von $0,25 \cdot 750 = 187,50$ RM. Bei 250% Unkostensatz:

Gesamtersparnis von $187,5 \cdot 3,5 = 656,25$ RM

Abzüglich Werkzeugkosten $= 43$ „

Reinersparnis $= 613,25$ RM

In beiden Beispielen war oberster Grundsatz: die Stähle immer wieder nur für den gleichen Span zu verwenden. Nur so konnten die Leistungen erreicht werden; selbstverständlich auch nur dadurch, daß die Werkzeuge richtig und sorgfältig behandelt wurden.

Wäre aber bei Beispiel I nur ein Schruppstahl für alle Späne benutzt worden, so hätte das Umschleifen nicht vermieden werden können, und der Schruppstahl hätte nur eine kurze Lebensdauer erreicht.

XI. Schutz gegen Unfälle beim Spanablauf.

Die hohen Schnittgeschwindigkeiten bei der Verwendung von allen Hartmetallen bringen beim Bearbeiten von Stählen, und zwar besonders bei den zähen Chrom-Nickel- und Chrom-Molybdän-Stählen, eine gewisse Gefahr für den Arbeiter durch den langfädigen Spanablauf. Diesem kann aber gesteuert werden durch sog. Spanformer oder besser durch eine in das Hartmetallplättchen eingeschliffene Stufe von geringer Tiefe, wie in Abb. 111 b.

Die Stufe muß beim Nachschleifen immer wieder hergestellt werden, was leicht möglich ist, wenn man nach Abb. 112 nachschleift. Der Verbrauch und Verschleiß ist hierbei sehr gering. Bei der Bearbeitung von sehr zähen Werkstoffen ist ohne diese Spanstufe nicht auszukommen.

Günstig wirkt sich die Stufe überhaupt bei sämtlichen Stählen aus. Beim Einschleifen ist nur darauf zu achten, daß sie parallel mit der ursprünglich vorhandenen Spanfläche verläuft, damit nicht der Keilwinkel β zu klein wird und dadurch die Schneide ihre Widerstandsfähigkeit verliert.

Bei sprödem und kurzspanigem Werkstoff: Guß, Bronze, Rotguß usw. ist eine solche Stufe überflüssig.

Gewarnt werden muß vor der gefährlichen Angewohnheit vieler Arbeiter, die Späne mit der Hand zu entfernen. Dadurch ist schon mancher schwere Unfall hervorgerufen worden. Man soll die Späne, da sie immer sehr scharf und warm sind, nur mit dem Spänehaken beseitigen.

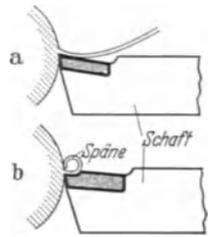


Abb. 111 a, b. a Plättchen ohne Stufe ergibt lange Späne. b Plättchen mit Stufe ergibt kurzgerollte Späne.

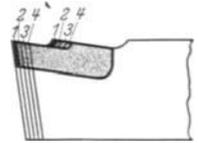


Abb. 112. Vorschleiß erfolgt immer 1 und 1, 2 und 2 usw.

XII. Sonstige Verwendung von Hartmetall.

A. Meßwerkzeuge und Sonderteile.

Durch die sehr hohe Verschleißfestigkeit der Hartmetalle — sie ist 40 . . . 50 mal höher als die von gehärtetem Werkzeugstahl — konnten neue Wege in der Meßtechnik beschritten werden: man hat die Taststellen von Meßwerkzeugen aller Art mit Hartmetallaufgabe bestückt. Bedingung für die erfolgreiche Herstellung solcher Hartmetallmeßgeräte ist, daß man nach dem Auflöten des Plättchens an die Meßflächen gut zum Schleifen und Läppen herankommt. Wo das nicht der Fall ist, wie z. B. bei festen Rachenlehren, werden die Kosten so hoch, daß sie in keinem erträglichen Verhältnis zu den Kosten der unbestückten — gegebenenfalls verchromten — Lehren stehen.

Vorsicht ist auch nötig bei der Verwendung von Hartmetall für Taststifte von Meßgeräten: sie können das Meßgut unter Umständen verkratzen.

Wo aber das Hartmetall richtig angewendet wird, für verstellbare Lehren (gewöhnliche Schraublehren, Fühlhebelschraublehren (Abb. 113), Zahnmeßschraublehren usw.), für Kaliberdorne (besonders kleine bis etwa 10 mm Durchmesser) u. dgl., da hat es sich ganz ausgezeichnet bewährt: diese Lehren sind praktisch unverwüsthlich. Sie brauchen nicht mehr wie einfach gehärtete Lehren alle 8 oder

14 Tage überprüft zu werden, es genügt, in längeren Zeiträumen Stichproben zu machen.

Die Preise der mit Hartmetall bestückten Lehren sind natürlich höher als die der unbestückten. Für einfache, verhältnismäßig billige Lehren, wie etwa kleine Lehrdorne, betragen die Mehrpreise für Hartmetallbestückung das 4 . . . 5fache, für eine Fühlhebelschraublehre bis 50 mm jedoch (die etwa 120 RM kostet) nur ungefähr 7%.

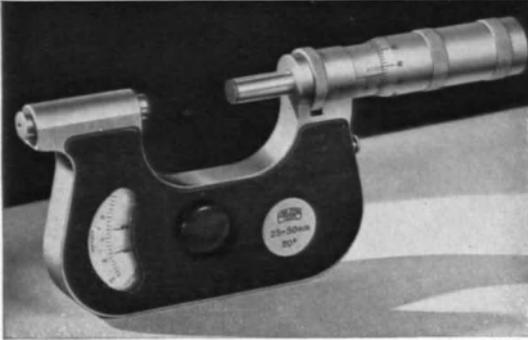


Abb. 113. Fühlhebelschraublehre. (Zeiss-Jena.)

Sehr empfindlich sind diese Meßwerkzeuge gegen Schlag und Sturz auf die mit Hartmetall bestückten Taststellen.

Außer für Meßwerkzeuge wird die große Härte von Hartmetall ausgenutzt für Führungsschienen an spitzenlosen Schleifmaschinen, für Drehbankspitzen, Schleif-

maschinenspitzen und vereinzelt auch für Elektrodenspitzen bei Punktschweißmaschinen, ferner für Sandstrahldüsen usw.

Brinellkugeln finden auch teilweise Anwendung und sollen sich nach „Krupp-Widia-Handbuch 1936“ bei Warmprüfungen sehr gut eignen.

B. Ziehmatrizen mit Hartmetallaufgaben.

In der Stahl-, Rohr- und auch Stangenzieherei werden heutzutage mit Erfolg die Ziehringe bzw. Ziehwerkzeuge mit Hartmetalleinsätzen ausgeführt.

Dadurch wird die Lebensdauer der Werkzeuge beim Kalt- und Warmzugverfahren bedeutend verlängert — wieder infolge der größeren Verschleißfestigkeit.

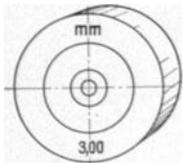


Abb. 114. Drahtziehwerkzeug.

Die Abb. 114 zeigt skizzenhaft ein Drahtziehwerkzeug für dünne Drähte von 3 mm.

Auch verstellbare Ziehmatrizen mit Hartmetallbestückung für Sechskantstahl und für Vierkantstahl werden in der Praxis viel verwendet.

C. Glas-, Porzellan- und Steingutbearbeitung.

Die Einführung der Hartmetalle hat die Be- und Verarbeitung von Glas, Porzellan und Steingut auf bestimmten Gebieten erst wirtschaftlich möglich gemacht. Zum Beispiel war es vorher nicht möglich, Glas zu drehen oder wirtschaftlich zu bohren.

Das Hartmetall „Widia“ bearbeitete als erstes solche Stoffe, und zwar in so kurzen Zeiten, wie man sie nie für möglich gehalten hätte.

Abb. 115 zeigt das waagerechte Bohren von Glasplatten mit zweischneidigem Hartmetallbohrer¹.

¹ E. Dinglinger: Hartmetall-Werkzeuge für Bearbeitung von Glas usw. Werkst.-Techn. Bd. 30 (1936) Nr. 7, S. 167.

Dieses waagerechte Bohren hat dem senkrechten Bohren gegenüber den Vorteil, daß das Durchsacken des Bohrers unterbunden wird, das manchmal zum Bruch des Werkzeuges und der Glasplatte führen kann.

Wenn aber senkrecht gebohrt werden muß, so ist die Verwendung eines federnden Schaftes am Hartmetallglasbohrer zu empfehlen, der beim Durchbohren des Loches nachgibt¹.

Glas kann trocken oder naß gebohrt werden. Wird gekühlt, dann reichlich, so daß das Bohrmehl vom Werkzeug weggespült wird. Die Kühlung erhöht die Leistung.

Die Abb. 116 zeigt einen Glasbohrer für tiefe Löcher.

Normales Steingut läßt sich mit Spiralbohrer Abb. 117 mit Hartmetall bohren. Als Spitzenwinkel wählt man meist 90°; doch gibt bei einzelnen Stoffen ein Spitzenwinkel von 80° noch bessere Leistungen.

Am günstigsten ist ein sog. Spitzbohrer, der mit langem Hartmetallplättchen bestückt ist (Abb. 118). vorteilhaft beim Bohren von weichem Porzellan benutzt.

Soll dagegen hartes Steingut und hartes Porzellan gebohrt werden, so eignet sich ein Bohrer mit voller Hartmetallspitze (Abb. 119) besser. Dieser Bohrer hat vorn eine spitze Dreikantform, die gebräuchlichste Form in der Praxis.

Diese Dreikantbohrer müssen bei sehr hartem Werkstoff öfters geschliffen werden, was jedoch nur geringe Zeit in Anspruch nimmt.

Beim Bohren aller dieser harten, spröden Stoffe ist es wichtig, daß die Bohrerachse genau rechtwinklig zur Werkstückfläche (Platte) steht, also jeder seitliche Druck vermieden wird; andernfalls würden besonders die vollen Drei- und Vierkantbohrer Spannung bekommen und ausbrechen.

Geeignete Werte für die Schnittgeschwindigkeit (Drehzahlen) der Bohrer gibt Zahlentafel 35.

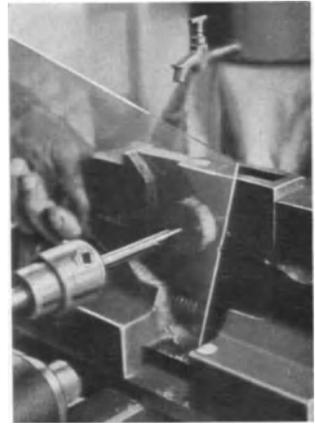


Abb. 115. Waagerechtes Glasbohren.

Dieser Bohrer wird auch



Abb. 116. Glasbohrer für tiefe Löcher.



Abb. 117. Hartmetall-Spiralbohrer für Steingut.



Abb. 118. Zweischneider für weiches Porzellan.



Abb. 119. Hartmetall-Dreikantbohrer.

Zahlentafel 35. Umdrehungszahlen für das Bohren von Glas, Porzellan usw. (nach Dinglinger).

| Werkstoff | Umdrehungen je Minute für einen Durchmesser von | | | | | | |
|-----------------------------|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 5 mm | 8 mm | 10 mm | 15 mm | 20 mm | 25 mm | 30 mm |
| Glas | 1000...1700 | 700...1100 | 550...900 | 350...550 | 250...450 | 200...350 | 160...250 |
| Porzellan . . . | 1000 | 550 | 450 | 300 | 250 | 180 | 150 |
| Normales Steingut | 700 | 400 | 300 | 200 | 150 | 120 | 100 |
| Hartes Steingut | 200 | 120 | 90 | 70 | vorbohren | | |

¹ Siehe Dinglinger a. a. O.

D. Andere Anwendungsarten des Hartmetalles.

Lagerstellen. Als Lager in Instrumenten und Waagen hat sich Hartmetall nur in sehr geringem Umfange eingeführt, weil seine wenn auch geringe Porosität für die feinen Spitzen und Schneiden von Nachteil ist. Dagegen für Schneiden und Pfannen größerer Waagen, die nicht solch große Genauigkeit haben, ist Hartmetall schon mit Erfolg verwendet worden (Mitt. Krupp).

Aufschmelzen. Gesintertes Hartmetall wird gepulvert, mit einem Fließmittel gemischt und schließlich in einer Dicke von etwa 3 mm auf das vorgeglühte Werkstück aufgeschmolzen oder aufgeschweißt. Das Einbetten der Hartmetallschicht geschieht dadurch, daß diese mit einer Schweißflamme mit dem Grundmetall zusammengesmolzen wird. Die Metallkarbide bilden dabei eine gleichmäßige Schicht an der Oberfläche des Grundmetalles und stellen eine vollkommene Verbindung dar.

Die Härte des Schneidmetalls wird durch den Vorgang nicht beeinträchtigt.

Wie sich dieses Verfahren bewährt, ist noch nicht bekannt.

Für Sonderzwecke kommt dann noch das elektrische Aufschiessen¹ von Hartmetallen in Frage. Die erste Gruppe dieser Aufschweißmetalle sind Legierungen aus Chrom, Mangan, Eisen, Wolfram (Diaweld, Stoodit, Hascrome). Die gegossenen Stäbe kommen als umhüllte Elektroden in den Handel. Bei langsamer Abkühlung werden diese Aufschweißungen härter als bei rascher. Aufschweißungen auf Gußeisen sind möglich.

Die zweite Gruppe sind Legierungen aus Kobalt, Chrom, Wolfram, Vanadium, Molybdän (Stellit, Percit, Celsit, Akrit). Die gegossenen Stäbe kommen auch als umhüllte Elektroden in den Handel. Die Aufschweißungen haben bedeutende Härte und Rostsicherheit, sind auch beständig gegen Verzunderung, haben aber geringere Zähigkeit. Man benutzt sie zum Aufschweißen auf Ventile, mitunter auch zum Auftragen auf abgenutzte Gesenkkanten.

Die dritte Gruppe sind Legierungen aus Eisen-Wolfram-Karbiden (Verdur, Borod) in Form von Stahlröhren, in die die Wolframkarbide eingefüllt sind. Die Stäbe sind umhüllt, sie werden am Pluspol verschweißt. Die Aufschweißungen haben neben großer Härte eine recht bedeutende Zähigkeit und sind deshalb für stoßweißen Betrieb besonders geeignet. Die Handhabung dieser Elektrode muß besonders geübt sein, bis gute Ergebnisse erzielt werden.

Eine Abart dieser Schweißung ist das Aufschweißen von Wolframkarbid in Pulver- oder Körnerform mit dem Kohlelichtbogen. Die erreichbare Härte gleicht der Härte von Diamanten, die Aufschweißungen sind aber sehr spröde.

Eine Vereinigung der letztgenannten Gruppe mit der ersten ist möglich, indem einzelne Wolframkarbidkörner in einen Schweißstab aus Chrom, Mangan, Eisen eingeschmolzen werden. Beim Schweißen bleiben diese Körner ziemlich unverändert eingebettet in der Grundmasse.

Bei allen diesen Sonderlegierungen richte man sich beim Verschweißen nach den Regeln der Elektrodenhersteller.

Im Schrifttum² wird über gute Erfahrungen berichtet, die beim Aufschweißen von Hartmetall auf hochbeanspruchten Stellen von Werkzeug- und Maschinenteilen gemacht worden sind: Werkzeuge für das Biegen und Schneiden erhielten eine 3...10 mal größere Lebensdauer; Auswerferstifte an einer selbsttätigen Stanze nutzten sich erst nach 6 Wochen ab statt vorher nach 6 Tagen; sehr gute Erfolge an Nockenscheiben und Stößeln von Mutternschlagmaschinen; an

¹ Vgl. Werkstattbuch Heft 43, E. Klose: Lichtbogenschweißen, S. 49—50.

² Werkst.-Techn. Bd. 31 (1937) Nr. 9 S. 214.

einer Werkzeugschleifmaschine wurde die Lebensdauer eines Anschlagfingers, gegen den sich die Messer der zu schleifenden Messerköpfe legen, auf das 12fache vergrößert; Drehbankkörnerspitzen, die bisher bei einer bestimmten Arbeit jeden Tag ausgewechselt werden mußten, hielten nach der Bewehrung mit Hartmetall 9 Tage.

Man spart einmal die Abnutzung an sich, und außerdem brauchen die Maschinen nicht so oft zum Auswechseln der Teile stillgesetzt zu werden.

XIII. Praktische Beispiele.

A. Drehen.

Bei allen Beispielen gilt für v (Schnittgeschwindigkeit), s (Vorschub), a (Schnitttiefe): die Kennziffer 1 ($v_1 s_1 a_1$) für Schruppen, die Kennziffer 2 ($v_2 s_2 a_2$) für Schlichten.

Beispiel 1. Kupplungsgehäuse aus Gußeisen Ge 22.91 (Abb. 120).

Arbeitsgang ①

$$\begin{array}{lll} v_1 = 40 \text{ m/min} & s_1 = 0,4 \text{ mm/U} & a_1 = 2 \dots 3 \text{ mm} \\ v_2 = 72 \text{ ,,} & s_2 = 0,3 \text{ ,,} & a_2 = 1,0 \text{ ,,} \end{array}$$

Arbeitsgang ②

$$\begin{array}{lll} v_1 = 40 \text{ m/min} & s_1 = 0,4 \text{ mm/U} & a_1 = 3 \text{ mm} \\ v_2 = 72 \text{ ,,} & s_2 = 0,22 \text{ ,,} & a_2 = 0,5 \dots 0,8 \text{ ,,} \end{array}$$

Beim Schruppen ① wurde nach 30 Stück erstmals geschliffen.

Beim Schlichten ② wurde nach 45 Stück erstmals geschliffen.

Gesamtstückzahl bis zum Verbrauch der Hartmetallplatte

$$\begin{array}{l} \textcircled{1} = 1200 \\ \textcircled{2} = 1624 \end{array}$$

Die Spanquerschnitte waren durch die Form des Werkstückes etwas begrenzt!

Beispiel 2. Schwungscheiben aus Gußeisen Ge 22.91 (Abb. 121).

Arbeitsgang ①

$$\begin{array}{lll} v_1 = 28 \dots 30 \text{ m/min} & s_1 = 0,8 \text{ mm/U} & a_1 = 5 \dots 6 \text{ mm} \\ v_2 = 110 \text{ ,,} & s_2 = 0,6 \text{ ,,} & a_2 = 1 \text{ ,,} \end{array}$$

Arbeitsgang ②

mit Schnellstahl, da durch Arbeitsgang ① die Drehzahl festliegt.

$$\begin{array}{lll} v_1 = 8 \dots 10 \text{ m/min} & s_1 = 0,8 \text{ mm/U} & a_1 = 3 \dots 5 \text{ mm} \\ v_2 = 20 \dots 24 \text{ ,,} & s_2 = 0,6 \text{ ,,} & a_2 = 0,5 \dots 0,8 \text{ ,,} \end{array}$$

Bemerkung: Das Werkstück konnte mit größeren Spanquerschnitten bearbeitet werden, da es starr war und dicke Wandungen hatte.

Mit einem Werkzeug (Arbeitsgang: Schruppen) konnten etwa 2200 Werkstücke geschruppt werden. Trotz Sandstellen brauchte die Schneide nur verhältnismäßig wenig nachgeschliffen zu werden.

Beispiel 3. Wellen aus Cr-Ni-Stahl (VCN 45), Festigkeit $\approx 90 \text{ kg/mm}^2$ (Gesenkstück), Hohlraum vorgeschmiedet (Abb. 122).

Leier, Hartmetall.

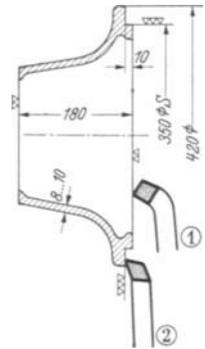


Abb. 120. Kupplungsgehäuse. Arbeitsgang Drehen.

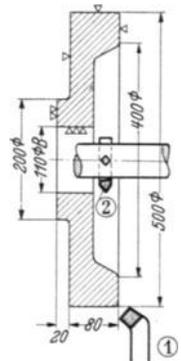


Abb. 121. Schwungscheibe. (Drehen.)

Bei diesen Wellen konnte nur vorn am Flansch (①, ② und ③) Hartmetall erfolgreich benutzt werden. Die Schneide hatte, wie allgemein bei legierten Stählen, eine Fase.

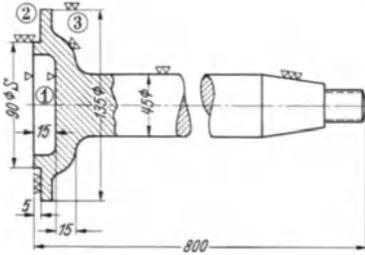


Abb. 122. Flanschswelle.

Der lange, federnde Schaft wurde mit Schnellstahl bearbeitet. Auch das Ansetzen einer Lünette hätte nicht gestattet, mit gutem Ergebnis Hartmetall zu verwenden.

Arbeitsgang ①

$$v_1 = 42 \text{ m/min}$$

$$s_1 = \text{von Hand}$$

Arbeitsgang ②

$$v_1 = 72 \text{ m/min} \quad s_1 = 0,52 \text{ von Hand}$$

$$v_2 = 72 \text{ ,,} \quad s_2 = 0,40 \text{ von Hand}$$

Arbeitsgang ③

$$v_1 = 72 \text{ m/min}$$

$$s_1 = \text{von Hand}$$

Beispiel 4. Gehäuse aus Stahlblech St 70.22 (70 bis 80 kg/mm²) (Abb. 123) (gepreßt, stark verkrustet und verzundert. Diese Gehäuse waren mit Schnellstahl nicht wirtschaftlich zu bearbeiten, da die Schneide nur eine sehr geringe Standzeit hatte. Mit Hartmetall konnte dagegen eine bedeutend höhere, d. h. vielfache (6...10fache) Schnitthaltigkeit erreicht werden.

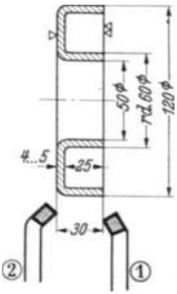


Abb. 123. Gehäuse aus Stahlblech. (Plandrehen.)

Arbeitsgang ①

$$v_1 \approx 90 \text{ m/min} \quad s_1 = 0,35 \text{ mm/U} \quad a_1 = 2 \text{ mm}$$

$$v_2 \approx 190 \text{ ,,} \quad s_2 = 0,52 \text{ ,,} \quad a_2 = 0,05 \dots 0,1 \text{ ,,}$$

Arbeitsgang ②

$$v_1 \approx 90 \text{ m/min} \quad s_1 = 0,35 \text{ mm/U} \quad a_1 = 1,5 \text{ mm}$$

$$v_2 \approx 190 \text{ ,,} \quad s_2 = 0,52 \text{ ,,} \quad a_2 = 0,10 \text{ ,,}$$

Die Schruppstähle mußten durchschnittlich nach etwa 30 Werkstücken geschliffen werden, wogegen der Schnellstahl nur etwa 3...5 aushielt. Eine Bestückung reichte für 1000...1100 Werkstücke.

Beispiel 5. Büchsen aus Stahlbronze (Nidda-Rohr) (Abb. 124).

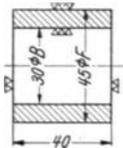


Abb. 124. Bronzebüchse.

Die höchste Geschwindigkeit war hierbei:

$$v_1 = 82 \text{ m/min} \quad v_2 = 82 \text{ m/min} \quad (v_{\text{höchst}} = \text{an der Maschine zu niedrig})$$

$$s_1 = 0,30 \text{ mm/U} \quad s_2 = 0,50 \text{ mm/U}$$

Die Spantiefe beim Schruppen war nur 1...2 mm.

Mit einem Hartmetallschruppmeißel wurden 2...3000 und mehr Büchsen je nach Größe der Platte bearbeitet.

B. Fräsen.

Beispiel 6. Zylinderkopf (Zylinderguß) (Abb. 125) mit starken Unterbrechungen auf beiden Planseiten. Gefräst wurde auf einer Doppelplanfräsmaschine.



Abb. 125. Zylinderkopffräsen.

Zur Verwendung kamen 2 Hartmetallmesserköpfe mit je 8 Messern, Kopfdurchmesser ≈ 275 mm.

$$v_1 = 46 \text{ m/min} \quad s_1 = 120 \text{ mm/min} \quad a_1 = 2 \dots 4 \text{ mm}$$

$$v_2 = 70 \text{ ,,} \quad s_2 = 80 \text{ ,,} \quad a_2 = 0,8 \dots 1,0 \text{ ,,}$$

Nach einer bestimmten Zeit mußten die Messer (Hart-

metallplättchen) erneuert werden, da sie im Punkt *a* (Abb. 126) abbrachen. Eine Abänderung der Messerbefestigung nach Abb. 127 brachte eine bedeutend längere Lebensdauer der Hartmetallplättchen.

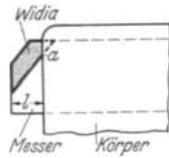


Abb. 126. $l =$ zu groß, daher Ermüdung in Punkt *a*.

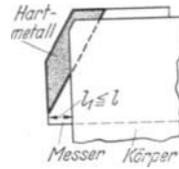


Abb. 127. Günstigere Messerbefestigung.

In jedem Falle muß bei solchen Arbeiten vorher geprüft werden, ob die vorhandenen Maschinen zur richtigen Ausnutzung des Hartmetalls genügen.

XIV. Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Winkel an der Schneide für Hartmetallwerkzeuge¹.

Zahlentafel 36. Erfahrungs- und Durchschnittswerte von v m/min und s mm/U bei normalen Standzeiten und Spanquerschnitten ($F_s = a \cdot s$).

Da die Werte bei Widia, Titanit und Böhlerit ähnlich liegen, sind sie in der Zahlentafel zusammengefaßt. Die Vorschübe und Spantiefen sind teilweise von der zur Verwendung kommenden Maschine abhängig, teils auch von der Starrheit des Werkstückes (Zahlentafelwerte für Werkstückdurchmesser 100 ... 250 mm).

| Werkstoff | DIN-Bezeichnung | Festigkeit in kg/mm ² | Hartmetallmarke | | | Drehen | | | |
|--|-----------------|----------------------------------|-----------------|---------|----------|-----------------|------------------|---------------|--------------|
| | | | Widia | Titanit | Böhlerit | Schruppen m/min | Schlichten m/min | Vorschub mm/U | Spantiefe mm |
| Stahl und Eisen: | | | | | | | | | |
| Unlegierte Stähle | | | | | | | | | |
| S-M-Stahl | St 34.11 | 34...42 | XX | U | E | 80...160 | 100...250 | bis 1,5 | bis etwa 5,0 |
| „ | St 42.11 | 42...50 | „ | „ | „ | 70...150 | 90...240 | „ 1,5 | „ „ 5,0 |
| „ | St 50.11 | 50...60 | „ | „ | „ | 70...150 | 90...240 | „ 1,5 | „ „ 5,0 |
| „ | St 60.11 | 60...70 | „ | „ | „ | 50...120 | 70...220 | „ 1,25 | „ „ 4,0 |
| „ | St 70.11 | 70...85 | „ | „ | „ | 50...100 | 65...200 | „ 1,25 | „ „ 4,0 |
| Einsatzstahl | St C 10.61 | ≈ 38 | „ | „ | „ | 80...160 | 100...250 | „ 1,5 | „ „ 5,0 |
| „ | St C 16.61 | ≈ 42 | „ | „ | „ | 70...150 | 90...240 | „ 1,5 | „ „ 5,0 |
| Vergütungsstahl | St C 45.61 | geg. ≈ 70 verg. ≈ 75 | „ | „ | „ | 50...90 | 75...180 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| „ | St C 60.61 | geg. ≈ 80 verg. ≈ 90 | „ | „ | „ | | | | |
| Legierte Stähle | | | | | | | | | |
| Einsatzstahl (ungehärtet) | EN 15 | 55...60 | „ | „ | „ | 65...100 | 80...180 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| „ | EN 25 | 70...80 | „ | „ | „ | 60...90 | 80...160 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| „ | EN 35 | 75...85 | „ | „ | „ | 60...85 | 80...150 | „ 1,9 | „ „ 3,5 |
| „ | EN 45 | 85...90 | „ | „ | „ | 55...80 | 80...150 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| Vergütungsstahl (weich) | VCN 15w | ≈ 70 | „ | „ | „ | 60...80 | 80...160 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| „ | VCN 25w | ≈ 75 | „ | „ | „ | 60...90 | 80...150 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| „ | VCN 35w | ≈ 80 | „ | „ | „ | 60...85 | 80...150 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| „ | VCN 45 | ≈ 90 | „ | „ | „ | 55...80 | 80...150 | „ 1,0 | „ „ 3,5 |
| Sind die Stähle vergütet (Festigkeit bis etwa 120 kg/mm ²) zu bearbeiten, so gelten nur etwa 50 % der Werte im weichen oder unvergüteten Zustand | | | | | | | | | |
| Nichtrostender Stahl | — | 60...70 | XX | U | E | 40...50 | 50...85 | bis 1,0 | bis etwa 3,0 |
| Chrom-Vanadiumstahl | — | ≈ 100 | „ | „ | „ | 25...40 | 40...80 | „ 1,0 | „ „ 3,0 |
| Mangan-Hartstahl (12 %) | — | — | „ | „ | „ | 10...20 | 30...35 | „ 1,0 | „ „ 3,0 |
| Werkzeugstahl | — | — | „ | „ | „ | 20...30 | 25...50 | „ 1,0 | „ „ 3,0 |

¹ Demnächst erscheinen „Werkstattdaten für Hartmetallwerkzeuge“, aufgestellt vom Ausschuß für wirtschaftl. Fertigung (AWF) mit Unterstützung von Erzeugern und Verbrauchern, Wirtschaftsgruppen und Hochschulen, zunächst Tafeln für Schnittgeschwindigkeiten und Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Spangröße und Spanform beim Drehen von St. 70.11, St. 90 usw. (Beuth-Verlag, Berlin SW 19.)

| Werkstoff | DIN-Bezeichnung | Festigkeit in kg/mm ² | Hartmetallmarke | | | Drehen | | | |
|---------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|---------|----------|-----------------|------------------|---------------|--------------|
| | | | Widia | Titanit | Böhlerit | Schruppen m/min | Schlichten m/min | Vorschub mm/U | Spantiefe mm |
| G u B | | | | | | | | | |
| Stahlguß | Stg 38.81 | mind. 38 | „ | „ | „ | 60...120 | 80...160 | „ 1,5 | bis etwa 5,0 |
| „ | Stg 45.81 | 45 | „ | „ | „ | 50...110 | 75...150 | „ 1,5 | „ 5,0 |
| „ | Stg 52.81 | 52 | „ | „ | „ | 50...100 | 75...150 | „ 1,5 | „ 5,0 |
| „ | Stg 60.81 | 60 | „ | „ | „ | 35...60 | 45...80 | „ 1,0 | „ 4,0 |
| Temperguß | Te 32.92 | 32 | H u. N | GG | HG | 40...60 | 50...100 | „ 1,5 | bis 5,0 |
| „ | Te 38.92 | 38 | „ | „ | „ | 40...60 | 50...100 | „ 1,5 | „ 5,0 |
| „ (Schwarzguß) | Te 35.92 | 35 | „ | „ | „ | 40...60 | 50...100 | „ 1,5 | „ 5,0 |
| Gußeisen | Ge 14.91 | Brinellh. bis 160 | N | G | E | 50...80 | 70...120 | „ 1,5 | „ 5,0 |
| „ | — | 240 | H | GG | — | 45...70 | 60...100 | „ 1,5 | „ 3,0 |
| „ | Ge 26.91 | 350 und mehr | „ | „ | HG | 25...40 | 35...70 | „ 1,0 | „ 2,0 |
| Hartguß | — | — | „ | „ | „ | 4...8 | 6...14 | „ 0,8 | „ 2,0 |

Nichteisenmetalle:

| | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|---|---|---|---------|-----------|--------------------|---------|---------|
| Gußbronze | GBz 20 | — | N | G | E u. GS | 100...250 | 120...300 | bis 1,0 | bis 3,0 |
| Rotguß | Rg 10 | — | „ | „ | „ | 150...320 | 160...450 und mehr | „ 1,0 | „ 3,0 |
| Messingguß | GMs 63 | — | „ | „ | „ | 200...450 | bis 650 | „ 1,0 | „ 3,0 |
| Kupfer | D-Cu | — | „ | „ | GS | bis 350 | „ 500 | „ 1,0 | — |

Leichtmetalle:

| | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---|---|---|----|-----------|------------------|---------|---------|
| Aluminium | Al 98/99 | — | N | G | GS | bis 1200 | bis 2000 | bis 1,0 | bis 4,0 |
| Silumin | — | — | „ | „ | „ | 100...160 | 150...250 | „ 1,0 | „ 4,0 |
| Duraluminium | — | — | „ | „ | „ | 150...250 | bis 300 | „ 1,0 | „ 4,0 |
| Alusil | — | — | „ | „ | „ | 40...80 | 70...85 und mehr | „ 1,0 | „ 4,0 |

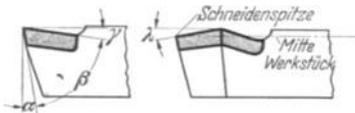
Bei sämtlichen Leichtmetallen hängen v und s stark vom Reinheitsgrad ab!

Isolierstoffe:

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|----|----|------------|-----------|---|---|
| Hartgummi | — | — | N | G | GS | 200...280 | 250...350 | — | — |
| Hartpapier | — | — | H | GG | HG | 80...180 | 100...300 | — | — |
| Glas | — | — | „ | „ | „ | 40...60 | 70...100 | — | — |
| Porzellan (nach Härte) | — | — | „ | „ | „ | 5...18 | 6...25 | — | — |
| Granit | — | — | „ | „ | „ | bis 5 u. 6 | bis 10 | — | — |

Die angegebenen Werte für v , s und a können je nach den Verhältnissen entweder verringert oder noch erhöht werden.

Zahlentafel 37. Schnittwinkel.



- α = Freiwinkel;
- β = Keilwinkel;
- γ = Spanwinkel;
- λ = Neigungswinkel.

Abb. 128.

| Werkstoff | DIN-Bezeichnung | Festigkeit in kg/mm ² | Drehen | | | | Bemerkungen |
|-----------|-----------------|----------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-------------|
| | | | Freiwinkel α | Keilwinkel β | Spanwinkel γ | Neigungswinkel λ | |

Stahl und Eisen:

| | | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|-------|---------|---------|-------|---|
| Unlegierte Stähle | | | | | | | |
| S-M-Stahl | St 34.11 | 34...42 | 5...8 | 65...70 | 15...18 | 3...6 | Die einzelnen Winkelgrößen sind für Widia, Titanit und Böhlerit gleich angegeben, da die Praxis keine wesentlichen Unterschiede zeigt und erforderlich gemacht hat. |
| „ | St 42.11 | 42...50 | 5...8 | 65...70 | 15...18 | 3...6 | |
| „ | St 50.11 | 50...60 | 5...8 | 65...70 | 15...18 | 3...6 | |
| „ | St 60.11 | 60...70 | 5...8 | 68...72 | 12...16 | 3...6 | |
| „ | St 70.11 | 70...85 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| Einsatzstahl | St C 10.61 | ≈ 38 | 5...8 | 65...70 | 15...18 | 3...6 | |
| „ | St C 16.61 | ≈ 42 | 5...8 | 65...70 | 15...18 | 3...6 | |
| Vergütungsstahl | St C 45.61 | gegl. ≈ 70 verg. ≈ 75 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | St C 60.61 | gegl. ≈ 80 verg. ≈ 90 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |

| Werkstoff | DIN- Bezeichnung | Festigkeit in kg/mm ² | Drehen | | | Nei- gungs- winkel λ | Bemerkungen |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| | | | Frei- winkel α | Keil- winkel β | Span- winkel γ | | |
| Legierte Stähle | | | | | | | |
| Einsatzstahl (un- gehärtet) . . . | EN 15 | 55...60 | 5...8 | 65...70 | 15...18 | 3...6 | |
| „ | ECN 25 | 70...80 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | ECN 35 | 75...85 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | ECN 45 | 85...90 | 5...8 | 74...76 | 8...10 | 3...6 | |
| Vergütungsstahl | | | | | | | |
| (weich) | VCN 15w | ≈ 70 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | VCN 25w | ≈ 75 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | VCN 35w | ≈ 80 | 5...8 | 70...73 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | VCN 45 | ≈ 90 | 5...8 | 74...76 | 8...10 | 3...6 | |
| Nichtrostender | | | | | | | |
| Stahl | — | 60...70 | 5...8 | 74...75 | 8...10 | 3...6 | |
| Chrom-Vanadium- | | | | | | | |
| stahl | — | ≈ 100 | 4...8 | 78...82 | 4...10 | 3...6 | |
| Manganhartstahl | | | | | | | |
| (12%) | — | — | 4...8 | 83...86 | —3...+6 | 3...6 | |
| Werkzeugstahl . . | | | | | | | |
| | — | — | 4...6 | 82...86 | —3...+6 | 3...6 | |
| Guß | | | | | | | |
| Stahlguß | | | | | | | |
| | Stg 38.81 | mind. 38 | 4...8 | 70...75 | 8...18 | 3...6 | |
| „ | Stg 45.81 | „ 45 | 4...8 | 72...76 | 8...15 | 3...6 | |
| „ | Stg 60.81 | „ 60 | 4...8 | 73...80 | 4...12 | 3...6 | |
| „ | Stg 52.81 | „ 52 | | | | | |
| Temperguß | | | | | | | |
| | Te 32.92 | „ 32 | 4...7 | 73...75 | 10...12 | 3...6 | |
| „ | Te 38.92 | „ 38 | | | | | |
| „ (Schwarzguß) | Te 35.92 | „ 35 | | | | | |
| Gußeisen | | | | | | | |
| | Ge 14.91 | Brinellh. bis 160 | 5...8 | 73...75 | 7...12 | 3...6 | |
| „ | — | „ 240 | 5...8 | 78...80 | 3...6 | 3...6 | |
| „ | Ge 26.91 | „ 350 | 4...6 | 80...84 | 0...6 | 3...6 | |
| Hartguß | | | | | | | |
| | — | und mehr | 2...4 | 86 | 0 | 3...6 | |
| Nichteisenmetalle: | | | | | | | |
| Gußbronze | GBz 20 | — | 4...6 | 72...78 | 6...14 | 3...6 | |
| Rotguß | Rg 10 | — | 4...8 | 68...70 | 10...18 | 3...6 | |
| Messingguß . . . | GMs 63 | — | 5...8 | 72...74 | 8...15 | 3...6 | |
| Kupfer | D-Cu | — | 6...8 | 55...58 | 25...30 | 5...10 | |
| Leichtmetalle: | | | | | | | |
| Aluminium | Al 98/99 | — | 8...10 | 42...45 | 30...45 | 5...10 | je nach Si-Gehalt |
| Silumin | — | — | 4...6 | 65...70 | 12...20 | 3...6 | |
| Duraluminium . . | — | — | 4...6 | 76...78 | 6...14 | 3...6 | |
| Alusil | — | — | 5 | 73...75 | 10...12 | 3...6 | |
| Isolierstoffe: | | | | | | | |
| Hartgummi | — | — | 6...8 | 66...68 | 25...28 | 5...10 | |
| Hartpapier | — | — | 10...12 | 45...50 | 30...35 | 5...10 | |
| Glas | — | — | 6 | 89...94 | 5...—10 | 5...10 | |
| Porzellan (nach Härte) | — | — | 4...6 | 82...84 | 0...5 | 5...10 | |
| Granit | — | — | 4...6 | 89...94 | —4...—10 | 5...10 | |

Praktische Metallkunde. Schmelzen und Gießen, spanlose Formung, Wärmebehandlung. Von Professor Dr.-Ing. **G. Sachs**, Frankfurt a. M.

Erster Teil: **Schmelzen und Gießen.** Mit 323 Textabbildungen und 5 Tafeln. VIII, 272 Seiten. 1933. Gebunden RM 22.50

Zweiter Teil: **Spanlose Formung.** Mit 275 Textabbildungen. VIII, 238 Seiten. 1934. Gebunden RM 18.50

Dritter Teil: **Wärmebehandlung.** Mit einem Anhang: „Magnetische Eigenschaften“ von Reg.-Rat Dr. A. Kussmann. Mit 217 Textabbildungen. V, 203 Seiten. 1935. Gebunden RM 17.—

Lehrbuch der Metallkunde, des Eisens und der Nichteisenmetalle. Von Prof. Dr. phil. **Franz Sauerwald**, Breslau. Mit 399 Textabbildungen. XVI, 462 Seiten. 1929. Gebunden RM 26.10

Chemische Technologie der Legierungen mit Ausnahme der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Von Dr. **P. Reinglass**. Zweite Auflage. Mit zahlreichen Tabellen und 212 Figuren im Text und auf 24 Tafeln. XII, 538 Seiten. 1926. RM 32.40; gebunden RM 36.—

C. J. Smithells, Beimengungen und Verunreinigungen in Metallen. Ihr Einfluß auf Gefüge und Eigenschaften. Erweiterte deutsche Bearbeitung von Dr.-Ing. **W. Hessenbruch**, Heraeus Vakuumschmelze A.-G., Hanau/M. Mit 248 Textabbildungen. VII, 246 Seiten. 1931. Gebunden RM 29.—

Spanlose Formung der Metalle. Von **G. Sachs** unter Mitwirkung von W. Eisbein, W. Kuntze und W. Linicus. (Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten, Sonderheft XVI.) Mit 235 Abbildungen. 127 Seiten. 1931. RM 23.40; gebunden RM 25.20

Spanlose Formung. Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen. Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **V. Litz**, Betriebsdirektor bei A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. (Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, Band IV.) Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. VI, 152 Seiten. 1926. Gebunden RM 11.34

Mechanische Technologie für Maschinentechniker. (Spanlose Formung.) Von Dr.-Ing. **Willy Pockrandt**, Gleiwitz. Mit 263 Textabbildungen. VII, 292 Seiten. 1929. RM 11.70; gebunden RM 13.05

Technische Oberflächenkunde. Feingestalt und Eigenschaften von Grenzflächen technischer Körper, insbesondere der Maschinenteile. Von Professor Dr.-Ing. Dr. med. h. c. **Gustav Schmaltz**, Inhaber der Maschinenfabrik Gebr. Schmaltz, Offenbach a. M. Mit 395 Abbildungen im Text und auf 32 Tafeln, einem Stereoskopbild und einer Ausschlagtafel. XVI, 286 Seiten. 1936. RM 43.50; gebunden RM 45.60

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenmetallkunde. Von Professor Dr. **Richard Glocker**, Stuttgart. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 315 Abbildungen. V, 386 Seiten. 1936. Gebunden RM 33.—

Riebensahn-Traeger, Werkstoffprüfung (Metalle). Zweite, erweiterte Auflage von Professor Dr.-Ing. **P. Riebensahn**, Berlin. (Werkstattbücher, Heft 34.) Mit 97 Abbildungen im Text. 66 Seiten. 1936. RM 2.—

Die Dauerprüfung der Werkstoffe hinsichtlich ihrer Schwingungsfestigkeit und Dämpfungsfähigkeit. Von Professor Dr.-Ing. **O. Föppl**, Braunschweig, Dr.-Ing. **E. Becker**, Ludwigshafen, und Dipl.-Ing. **G. v. Heydekampf**, Braunschweig. Mit 103 Abbildungen im Text. V, 124 Seiten. 1929. RM 8.55; gebunden RM 9.67

Die Dauerfestigkeit der Werkstoffe und der Konstruktionselemente. Elastizität und Festigkeit von Stahl, Stahlguß, Gußeisen, Nichteisenmetall, Stein, Beton, Holz und Glas bei oftmaliger Belastung und Entlastung sowie bei ruhender Belastung. Von **Otto Graf**. Mit 166 Abbildungen im Text. VIII, 131 Seiten. 1929. RM 12.60; gebunden RM 13.95

Die Brinellsche Kugeldruckprobe und ihre praktische Anwendung bei der Werkstoffprüfung in Industriebetrieben. Von **P. Wilh. Döhmer**, Schweinfurt. Mit 147 Abbildungen im Text und 42 Zahlentafeln. VI, 186 Seiten. 1925. Gebunden RM 16.20

Der bildsame Zustand der Werkstoffe. Von Professor Dr.-Ing. **A. Nádaí**, Göttingen. Mit 298 Textabbildungen. VIII, 171 Seiten. 1927. RM 13.50; gebunden RM 14.85

Die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. Von Dr. phil. **Ernst Damerow**, Vorsteher der Werkstoffprüfung der A. Borsig Maschinenbau-A.G. Mit 280 Textabbildungen und 9 Tafeln. VI, 207 Seiten. 1935. RM 16.50; gebunden RM 18.—

Hilfsbuch für die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. Von Dr. phil. **E. Damerow** und Dipl.-Ing. **A. Herr**. Mit 38 Abbildungen und 42 Zahlentafeln. IV, 80 Seiten. 1936. RM 9.60

Die Wechselfestigkeit metallischer Werkstoffe. Ihre Bestimmung und Anwendung. Von Dr. techn. **Wilfried Herold**, Wien. Mit 165 Textabbildungen und 68 Tabellen. VII, 276 Seiten. 1934. Gebunden RM 24.—

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE U. FACHARBEITER

HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. H. HAAKE

Bisher sind erschienen (Fortsetzung):

- Heft 32: **Die Brennstoffe.**
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 33: **Der Vorrichtungsbau.**
1. Teil: **Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze.** 2. Aufl. (8.—14. Tausend.) Von Fritz Grünhagen.
- Heft 34: **Werkstoffprüfung. (Metalle).** 2. Aufl.
Von Prof. Dr.-Ing. P. Riebensahm.
- Heft 35: **Der Vorrichtungsbau.** 2. Teil: **Typische Einzelvorrichtungen. Bearbeitungsbeispiele mit Reihen planmäßig konstruierter Vorrichtungen.** Kritische Vergleiche. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 36: **Das Einrichten von Halbautomaten.**
Von J. van Himbergen, A. Bleckmann, A. Waßmuth.
- Heft 37: **Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei.**
Von Fr. und Fe. Brobeck.
- Heft 38: **Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau.** Von Ing. Arno Dorl.
- Heft 39: **Die Herstellung roher Schrauben.**
1. Teil: **Anstauchen der Köpfe.**
Von Ing. Jos. Berger.
- Heft 40: **Das Sägen der Metalle.**
Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.
- Heft 41: **Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle).** Von Dr.-Ing. A. Peter.
- Heft 42: **Der Vorrichtungsbau.** 3. Teil: **Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vorrichtungen.**
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 43: **Das Lichtbogenschweißen.** 2. Aufl. (7.—12. Tausend.) Von Dipl.-Ing. Ernst Klosse.
- Heft 44: **Stanztechnik.** 1. Teil: **Schnitttechnik.**
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
- Heft 45: **Nichteisenmetalle.** 1. Teil: **Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß.**
Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.
- Heft 46: **Fellen.**
Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.
- Heft 47: **Zahnräder.**
1. Teil: **Aufzeichnen und Berechnen.**
Von Dr.-Ing. Georg Karrass.
- Heft 48: **Öl im Betrieb.**
Von Dr.-Ing. Karl Krekeler.
- Heft 49: **Farbspritzen.**
Von Obering. Rud. Klose.
- Heft 50: **Die Werkzeugstähle.**
Von Ing.-Chem. Hugo Herbers.
- Heft 51: **Spannen im Maschinenbau.**
Von Ing. A. Klautke.
- Heft 52: **Technisches Rechnen.**
Von Dr. phil. V. Happach.
- Heft 53: **Nichteisenmetalle.** 2. Teil: **Leichtmetalle.** Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.
- Heft 54: **Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine.**
Von Dipl.-Ing. Otto Weidling.
- Heft 55: **Die Getriebe der Werkzeugmaschinen.** 1. Teil: **Aufbau der Getriebe für Drehbewegungen.**
Von Dipl.-Ing. Hans Rögnitz.
- Heft 56: **Freiformschmiede.**
3. Teil: **Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede.** 2. Aufl. (7.—12. Tausend.)
Von H. Stodt.
- Heft 57: **Stanztechnik.**
2. Teil: **Die Bauteile des Schnittes.**
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
- Heft 58: **Gesenkschmiede.** 2. Teil: **Einrichtung und Betrieb der Gesenkschmieden.**
Von Ing. H. Kaessberg.
- Heft 59: Erscheint später.
- Heft 60: **Stanztechnik.** 4. Teil: **Formstanzen.**
Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 61: **Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe.**
Von Dr.-Ing. habil. K. Krekeler VDI.
- Heft 62: **Hartmetalle in der Werkstatt.**
Von Ing. F. W. Leier VDI.

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

- Der Dreher als Rechner.** Von E. Busch.
- Messen und Prüfen von Gewinden.** Von Ing. Karl Kress.
- Stanztechnik III.** Von Dipl.-Ing. E. Krabbe.
- Gesenkschmiede III.** Von Ing. H. Kaessberg.
- Metallographie, ihre Grundlagen und Anwendungen.** Von Dr.-Ing. O. Mies.
- Baustähle.** Von Dr.-Ing. K. Krekeler.
- Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine II.** Von Ing. K. Maecker.