

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. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Von Oberingenieur O. M. Müller.
- Heft 2: Meßtechnik. Dritte, verbesserte Auflage. (15.—21. Tausend.) Von Professor Dr. techn. M. Kurrein.
- Heft 3: Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten. Zweite, völlig neubearbeitete Auflage. (13.—18. Tausend.) Von Ing. Fr. Klautke.
- Heft 4: Wechselläuferechnung für Drehbänke. (7.—12. Tausend.) Von Betriebsdirektor G. Knappe.
- Heft 5: Das Schleifen der Metalle. Zweite, verbesserte Auflage. Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.
- Heft 6: Teilkopfarbeiten. (7.—12. Tausend.) Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.
- Heft 7: Härten und Vergüten. 1. Teil: Stahl und sein Verhalten. Dritte, verbess. u. vermehrte Aufl. (18.—24. Tsd.) Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 8: Härten und Vergüten. 2. Teil: Praxis der Warmbehandlung. Dritte, verbess. u. vermehrte Aufl. (18.—24. Tsd.) Von Dr.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 9: Rezepte für die Werkstatt. 2. verbess. Aufl. (11.-16. Tsd.) Von Dr. Fritz Spitzer.
- Heft 10: Kupolofenbetrieb. 2. verbess. Aufl. Von Gießereidirektor C. Irresberger.
- Heft 11: Freiformschmiede. 1. Teil: Technologie des Schmiedens. — Rohstoffe der Schmiede. Von Direktor P. H. Schweißguth.
- Heft 12: Freiformschmiede. 2. Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede. Von Direktor P. H. Schweißguth.
- Heft 13: Die neueren Schweißverfahren. Zweite, verbesserte u. vermehrte Auflage. Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke.
- Heft 14: Modelltischlerei. 1. Teil: Allgemeines. Einfachere Modelle. Von R. Löwer.
- Heft 15: Bohren. Von Ing. J. Dinnebie. Heft 16: Reiben und Senken. Von Ing. J. Dinnebie.
- Heft 17: Modelltischlerei. 2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen. Von R. Löwer.
- Heft 18: Technische Winkelmessungen. Von Prof. Dr. G. Berndt. Zweite, verbesserte Aufl. (5.—9. Tausend.)
- Heft 19: Das Gußeisen. Von Ing. Joh. Mehrrens.
- Heft 20: Festigkeit und Formänderung. I: 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. Von Ing. Paul Zieting.
- Heft 23: Einrichten von Automaten. 2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspindel) u. Cleveland u. 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. Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 26: Räumen. 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: Gesenkschmiede. 1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke. Von Ph. Schweißguth.
- Heft 32: Die Brennstoffe. Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 33: Der Vorrichtungsbau. I: Einteilung, Einzelheiten u. konstruktive Grundsätze. Von Fritz Grünhagen.
- Heft 34: Werkstoffprüfung (Metalle). Von Prof. Dr.-Ing. P. Riebensahm und Dr.-Ing. L. Traeger.

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.

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

HEFT 46

Feilen

Von

Dr.-Ing. Bertold Buxbaum

Betriebsdirektor bei der Allgemeinen
Elektricitäts-Gesellschaft

Mit 43 Abbildungen im Text



Berlin
Verlag von **Julius Springer**
1932

ISBN-13:978-3-7091-9734-9

e-ISBN-13:978-3-7091-9981-7

DOI: 10.1007/978-3-7091-9981-7

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	3
II. Feilensorten und Normung der Feilen	5
A. Normale Feilen und Abarten	5
1. Gehauene Feilen S. 5. — 2. Gefräste Feilen S. 10.	
B. Feilen für Feilmaschinen	13
C. Normung der Feilen	14
III. Herstellung der Feilen	15
A. Schmieden	15
B. Glühen	17
C. Schleifen	18
D. Abfeilen, Hobeln, Vorräsen, Formfeilen, Stempeln	21
E. Hauen, Schneiden, Abziehen	22
1. Hauen von Hand S. 22. — 2. Haumaschinen S. 24. — 3. Meißel S. 27. —	
4. Ersatz des Hauern durch andere Verzahnungsweisen S. 28.	
F. Härten und Richten, Reinigen, Ölen und Verpacken	29
1. Härten S. 29. — 2. Erhitzen S. 29. — 3. Richten und Abschrecken S. 30. —	
4. Reinigen S. 30. — 5. Anlassen der Angel S. 31. — 6. Oberflächenbehand-	
lung S. 31. — 7. Ölen und Verpacken S. 31. — 8. Fehlhärtungen S. 31.	
IV. Aufarbeiten	31
A. Sandstrahlen, Ätzen	31
B. Aufhauen	32
V. Gestaltung und Eigenschaften	34
A. Werkstoff, Härte	34
B. Hieb	35
1. Einhiebig und kreuzhiebig Feilen S. 35. — 2. Die Hiebwinkel S. 36. —	
3. Die Zahnform S. 36. — 4. Die Zahnwinkel S. 37. — 5. Die Hiebteilung	
S. 38. — 6. Welche Flächen werden gehauen? S. 40.	
VI. Prüfung und Gütevorschriften	41
A. Was wird geprüft?	41
B. Wie wird geprüft?	42
1. Hieb S. 42. — 2. Die Schnittigkeit S. 42. — 3. Entfernbareit der Späne	
S. 43. — 4. Die Form der Feile S. 43. — 5. Härte S. 43. — 6. Risse und	
Schwefelgehalt S. 44. — 7. Prüfung der Schneidhaltigkeit und der Spanleistung	
S. 45.	
VII. Das praktische Arbeiten mit der Feile	48
A. Handhabung und Zubehör	48
1. Abnutzung der Feile S. 48. — 2. Feilregeln S. 49. — 3. Feilenhefte S. 51.	
B. Kalkulation von Feilarbeiten	56

I. Einleitung.

Früher war die gehauene Stahlfeile — nur um diese handelt es sich, Schleiffeilen scheiden aus — neben Meißel und Hammer das wichtigste Werkzeug für die Metallbearbeitung; mit ihr schuf man die ebenen Flächen, nachdem sie vorgemeißelt waren. Dann kam die Hobelmaschine und nahm ihr diese Arbeit ab. Die Feile blieb aber noch Formwerkzeug für Profile und Einpaßwerkzeug für Drehteile, deren Drehriefen sie entfernen und deren letzte Maßgebung sie übernehmen mußte. Dann verdrängten Formfräser und Rundschleifmaschine sie auch auf diesen Gebieten. Seitdem ist sie ein etwas verachtetes Werkzeug, vor allem weil sie keine maschinenfertige Arbeit herstellt, und vielleicht auch, weil man annahm, daß sie wenig Stoff für wissenschaftliche Untersuchungen lieferte.

Man könnte sagen, daß eine Werkstatt um so weniger Feilen verbraucht, je unzeitlicher sie ist. Das ist aber insofern nicht richtig, als wichtigste Betriebe die Feile auch heute noch als eines ihrer wesentlichen Hilfsmittel betrachten müssen, z. B. der Werkzeugbau (der Schnitt- und Gesenkbau), die Mechanikerwerkstatt, alle Betriebe der Feinindustrie, die einzeln vorkommende Arbeiten zu liefern haben, und solche, die kleine Mengen erzeugen, für die eine Fräsmaschine zu beschaffen nicht lohnt oder für welche die Anschaffung von Sonderfräsern zu teuer ist. Auch in der Massenfertigung ist die Schlichtfeile zum Kantenbrechen und zu ähnlichen Schlußarbeiten unentbehrlich. In manchen Betrieben des Waffenbaues arbeiten bis 60% aller Metallarbeiter mit der Feile! Die Montage braucht sie in großem Umfang — in größerem, als mancher Betrieb sich selbst eingesteht. Dazu kommen Großbetriebe wie Gußputzereien, Bauschlossereien. Allerdings zeigt sich hier in den letzten Jahren ein starker Rückgang infolge der Verbreitung der ortsbeweglichen und ortsfesten Schleifmotore, so daß der Verbrauch von schweren „Gewichtsfeilen“ (Armfeilen, Handfeilen) im ganzen viel geringer geworden ist. Den Hauptbedarf bilden heute die (mittelgroßen) „Dutzendfeilen“ und die (kleinen) „Präzisionsfeilen“.

Dagegen, daß die Feile an sich ein altmodisches Werkzeug ist, spricht beispielsweise die Tatsache, daß in den letzten Jahren mehrere Maschinentypen aufgefunden sind und große Verbreitung gefunden haben, die als Werkzeug gerade oder runde Feilen verwenden. So die von der Firma Gebr. Thiel, Ruhla, geschaffene Feilmaschine, die Rundfeilmaschine mit fester Spindel und biegsamer Welle u. a.

Eigentümlich ist, daß die Wirkungsweise der Feilen im einzelnen sehr wenig bekannt ist, — vielleicht weil die Verbraucher dieses Werkzeug für so einfach hielten, daß sie seine Formgebung dem Hersteller überließen. Daß aber auch viele Hersteller in die Einzelheiten der Arbeitsweise ihrer Erzeugnisse noch sehr wenig gründlich eingedrungen sind, wird dadurch belegt, daß die Zahnform, die Hiebwinkel und andere wichtige Kennzeichen der Feile fast überall verschieden sind, und zwar auch dann, wenn ein ganz bestimmter Verwendungszweck vorgesehen ist. Bis vor wenigen Jahren erhielten die Zähne ihre Form kaum wesentlich anders als vor 100 Jahren. Nicht einmal die Einführung der Haumaschinen und der Feilmaschinen hat eine merkliche Änderung der althergebrachten Grundlagen hervorgerufen. Auf den Fachschulen und in der Literatur wird die Feile stiefmütterlich

behandelt; planmäßig untersucht ist sie nur ganz vereinzelt. Das ist verständlich, da dieses Werkzeug — wie die Schleifscheibe — viele und sehr kleine Zähne hat, und seine Zahnformen nicht genau bestimmbar sind; das gilt vor allem für die wichtigste Art, die gehauene Feile. Und dazu wird das Werkzeug meist mit der Hand bewegt, und das Hauptinteresse gilt immer den Maschinenwerkzeugen.

Die Feilenerzeugung ist in allen Ländern auf wenige Städte beschränkt, wo sie in den Händen von Sonderfachleuten liegt, die die Erfahrungen früherer Geschlechter meist kritiklos übernommen haben. Die einzelnen Bearbeitungsarten erforderten verschiedene Arten von Fachleuten: Schmiede, Schleifer, Hauer arbeiteten in getrennten Betrieben (die Schmiede und Schleifer schon deshalb, weil sie Wasserkraft benötigten), und die eine Gruppe beherrschte die Kunst der anderen nicht. Besonders das Hauen erforderte geübte Leute, und es ist ja auch für den Laien kaum vorstellbar, wie man beispielsweise eine große Schlichtfeile von Hand mit einem gleichmäßigen Hieb versehen oder bei einer nach der Spitze zu verjüngten Feile den Hieb nach der Angel zu an Tiefe und Abstand unter Beibehaltung des gleichen Schnittwinkels über die gekrümmte Fläche ganz stetig zunehmen lassen kann. Früher arbeitete gewöhnlich der Vater mit den Söhnen zusammen in der Haustube seines Häuschens; die Kinder wurden schon im schulpflichtigen Alter zu leichten Arbeiten hinzugezogen.

In den letzten Jahren sind manche wertvollen Anregungen und Neuerungen aus den Kreisen der Hersteller aufgetaucht, die dartun, daß der Geist der Kritik auch dieses Gebiet zu befruchten beginnt. Vor allem sind Werkstoff und Fertigung wesentlich verbessert worden. Aber neben den hier gemeinten neuzeitlichen Betrieben sind noch viele Feilenfabriken und Aufhauereien anzutreffen, an denen die Jahrhunderte spurlos vorbeigerauscht sind.

Über die geschichtliche Entwicklung der Feile nur so viel, daß seit Urzeiten alle möglichen rauen Gegenstände wie Steine, Fischhäute, Korallen, Muscheln, Schachtelhalme usw. zum Feilen und Raspeln benutzt wurden, und daß die ersten bekannten Bronzefeilen in Kreta (20. Jahrh. v. Chr.), die ersten aus Kupferblech gehauenen Raspeln in Ägypten (13. Jahrh. v. Chr.) gefunden wurden; die erste Eisenfeile fand sich gleichfalls in Ägypten und soll dem 7. Jahrh. v. Chr. entstammen¹. Die Römer haben um den Beginn unserer Zeitrechnung den Schräghieb verwandt, und im 11. Jahrh. n. Chr. trat die zementierte Stahlfeile an die Stelle der eisernen. Zu Beginn des 15. Jahrhunderts begann die handwerksmäßige Herstellung in Deutschland (Nürnberg), anfangs des 17. Jahrhunderts trat England auf diesem Gebiete an die erste Stelle. Bis um das Jahr 1800 wurden die meisten Länder von England aus mit Feilen versorgt; seitdem aber begannen sich Frankreich, die Schweiz, Deutschland, zuletzt auch Amerika, auf eigene Füße zu stellen. Um das Jahr 1873 wurde in Deutschland die erste Haumaschine englischen Fabrikates, die aber noch sehr primitiv war, anläßlich eines Streiks eingeführt. Nach Beendigung des Streiks kehrte man allgemein zur Handarbeit zurück, und erst nach einem zweiten großen Streik im Jahre 1890 wurde die Verwendung verbesserter Haumaschinen allgemein. Seitdem ist die Handherstellung stetig zurückgegangen. Seit etwa dem gleichen Zeitpunkt vollzog sich fast allgemein die Umwandlung von der Hausindustrie zum Werkstätten- und Fabrikbetrieb. Lange Zeit waren an Uhrmacherfeilen besonders Pariser und schweizer Fabrikate beliebt; in den letzten 2 Jahrzehnten haben sich aber auch deutsche Werke mit Erfolg auf die Herstellung feiner Präzisionsfeilen verlegt und in den meisten Sorten die guten schweizer Gütegrade zu wesentlich niedrigeren Preisen erreicht.

¹ Siehe Dick, O.: Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte. Berlin: Julius Springer 1925.

Heute hat die größte deutsche Feilenfabrik bei voller Besetzung etwa 360 Haumaschinen laufen (in der Sägefeilenhauerei allein mehr als 60) und kann bei voller Besetzung stündlich etwa 6000 Feilen und Raspeln, von den staubfein gehauenen Uhrmacherfeilen bis zu den größten Strohfeilen, erzeugen. Die Zahl der deutschen Feilenfabriken und Aufhauereien ist sehr groß, während Amerika nur verhältnismäßig wenige aber große Fabriken besitzt und nur wenig aufhaut.

II. Feilensorten und Normung der Feilen.

A. Normale Feilen und Abarten.

1. Gehauene Feilen. Nach ihrer Größenklasse teilt man die normalen Feilen seit alters her ein in: „Gewichtsfeilen“ (groß), „Dutzendfeilen“ (mittelgroß), „Präzisionsfeilen“ (klein). Dazu kommt die ungeheuer große Zahl von Sonderfeilen, und außerdem liefern die Werke Feilen nach Muster oder Modell sowie geschmiedete und geschliffene Feilenkörper zum Selbsthauen.

Zu den Gewichtsfeilen (die nach Gewicht gehandelt werden) zählen die großen vierkantigen Armfeilen, die etwas dünneren und flacheren Handfeilen (vielleicht so genannt, weil sie im Gegensatz zur Armfeile immer zur Hand sein müssen, oder auch weil sie wegen ihrer geringeren Größe nicht ein volles Ausstrecken des Armes, sondern mehr eine Bewegung des Unterarmes und der Hand erfordern), und die Maschinenfeilen (die ihren Namen von ihrer Anwendung im Maschinenbau — nicht von der erst viel später eingeführten Haumaschine und Feilmaschine her — erhielten). Diese Maschinenfeilen sind besonders mannigfaltig; zu ihnen gehören im allgemeinen alle die Sorten, für die das Aufhauen in Frage kommt. Leichtere Sorten der Maschinenfeilen werden übrigens zu den Dutzendfeilen gerechnet.

Die Handfeilen werden häufig auch Strohfeilen genannt, obgleich dieser Ausdruck nur für solche Feilen geprägt wurde, die — vor über 40 Jahren — für den Export in Strohstricke gewickelt wurden; sie heißen auch Pack- und Bundfeilen.

Bei den mittleren Feilengrößen unterscheidet man Dutzend- und Präzisionsfeilen. Ihre Abmessungen sind bei gleichen Längen ungefähr gleich. Die Präzisionsfeilen sind aber in ihrer Form genauer, schlanker und eleganter und im Hieb sauberer. (Einige Lieferanten verwenden allerdings für Präzisionsfeilen auch einen etwas besseren Werkstoff als für Dutzendfeilen.) Sie werden besonders für feinere Arbeiten im Werkzeugbau u. ä. verwendet, während die Dutzendfeilen mehr in der Schlosserei gebraucht werden.

Die größte, bisher überhaupt gehauene Feile ist (nach Otto Dick) eine Armfeile von 1 m Länge und 50 kg Gewicht (Hiebzahl 4 bzw. 5 auf 1 cm oder 21 Zahnsitzen auf 1 cm² Oberfläche). Die kleinste noch herzustellende Uhrmacherfeile ist 12 mm lang, wiegt $\frac{1}{10}$ g und hat etwa 13000 Zahnsitzen auf 1 cm² Fläche.

Die nachfolgende Aufstellung gibt eine Übersicht über die wichtigsten Gewichts-, Dutzend- und Präzisionsfeilen. Außerdem enthält sie einen Bruchteil der den verschiedensten Berufszweigen dienenden Sonderfeilen, zu denen aber noch außer den angeführten viele große Gruppen gehören, wie z. B. die verschiedenen Uhrmacherfeilen, Feilen mit Stahlheft, Korrigierfeilen für Stereotypen, Nagel- feilen, Bleistiftfeilen und Riffelraspeln, die Knochenfeilen für Elfenbein und Weichmetalle mit gefrästen Zähnen (halbhart zum Nachfeilen), die zahlreichen Sonder- raspeln und viele andere mehr.

Breite und Stärke der einzelnen Feilensorten für jede Länge sind in den DI-Normen, bzw. soweit diese noch nicht vorliegen, in den Listen des Deutschen Feilen-Bundes festgelegt. Die aufgeführten Feilen kommen in den verschie-

denen Hiebarten vor, wie sie später — ebenso wie die Hiebbezeichnungen — noch beschrieben werden; wo nötig, ist die Hiebart angegeben. Soweit sie in „Extra“- oder „Prima“-Qualität hergestellt werden, ist dies in den Tabellen vermerkt; die Bedeutung dieser Werkstoffbezeichnung wird gleichfalls später noch erläutert werden.

Die Länge der Feilen wird heute noch meist nach englischen Zoll angegeben, soweit es sich nicht um für Feilmaschinen bestimmte Feilen handelt, die in Millimeter gemessen werden. (Die DI-Normen geben allerdings vorzugsweise die Länge in Millimeter — neben der Zolllänge — an; ob diese Angabe sich jedoch allgemein einführen wird, muß abgewartet werden.) Die Länge bezieht sich immer nur auf den gehauenen Teil, d. h. von der Angelwurzel bis zur Spitze; die Länge der Angel bleibt dabei unberücksichtigt.

Die wichtigsten Feilenarten.

Einige Bilder der wichtigsten Feilen sind in Abb. 1 gezeigt.

Gewichtsfeilen (Prima- und Extra-Qualität).

Bezeichnung	Länge mm	Querschnitt mm	Bemerkungen
Vierkantige Armfeile	375 ÷ 475	35/35 ÷ 40/40	DIN 5217
Vierkantige Maschinenfeile	350 ÷ 450	14/14 ÷ 30/30	DIN 5221
Flache Handfeile	375 ÷ 500	35/24 ÷ 46/32	DIN 5216
Flachstumpfe Maschinenfeile	300 ÷ 500	40/15 ÷ 58/23	DIN 5218
Halbrunde Maschinenfeile	350 ÷ 500	36/18 ÷ 50/25	DIN 5219
Runde Maschinenfeile	350 ÷ 450	25 ÷ 30	DIN 5222
Dreikantige Maschinenfeile	350 ÷ 450	32 ÷ 40	DIN 5220

Strohfeilen (Packfeilen) aus billigerem Werkstoff, besonders für Export

Flache Packfeile mit eingesetzter Angel	350 ÷ 425	27/12 ÷ 38/16	DIN 5223
Halbrunde Packfeile mit eingesetzter Angel	350 ÷ 400	29/12 ÷ 38/16	DIN 5224

Dutzendfeilen (Prima- und Extra-Qualität).

Flachstumpfe Feile	75 ÷ 450	10/2 ÷ 45/11,5	DIN 5204
Flachzylindrische Feile	100 ÷ 500	15/4 ÷ 45/14	beide Kanten geh.
Halbrunde Feile	75 ÷ 450	9/3 ÷ 42/14	DIN 5205
Halbrunde zylindrische Feile	100 ÷ 500	11/4 ÷ 47/16	—
Halbrunde Kabinettfeile	200 ÷ 350	27/4 ÷ 40/7	DIN 5225
Flachspitze Feile	75 ÷ 450	9/1,5 ÷ 43/10,5	DIN 5201
Halbspitze Feile	100 ÷ 500	9/1,5 ÷ 43/10,5	—
Dreikantige Feile	75 ÷ 450	7 ÷ 27	DIN 5202
Dreikantige zylindrische Feile	100 ÷ 500	8 ÷ 32	—
Vierkantige Feile	75 ÷ 450	3 ÷ 20	DIN 5203
Vierkantige zylindrische Feile	100 ÷ 500	4 ÷ 22	—
Runde Feile mit Bahnhieb	75 ÷ 450	3 ÷ 20	DIN 5206
Runde Feile mit Spiralhieb	100 ÷ 375	4 ÷ 16	ohne Unterhieb
Messerfeile	75 ÷ 350	9/3/1 ÷ 34/9/1,8	DIN 5210 einhieb. u. kreuzhieb
Messerfeile, zylindrisch	100 ÷ 450	12/1,5/1,25 ÷ 43/11/2,25	—
Schwertfeile	100 ÷ 350	12/3 ÷ 36/12	DIN 5207 einhieb. u. kreuzhieb
Prismafeile (Halbschwert)	100 ÷ 350	12/3 ÷ 35/12	—
Vogelzungenfeile	100 ÷ 450	—	mit runden Kanten
Vogelzungenfeile	100 ÷ 450	—	mit scharfen Kanten
Vogelzungenfeile, zylindrisch	100 ÷ 450	—	mit runden Kanten
Vogelzungenfeile, zylindrisch	100 ÷ 450	—	mit scharfen Kanten

Präzisionsfeilen (nur Extra-Qualität).

Bezeichnung	Länge	Hieb	Bemerkungen
Flachstumpfe oder Ansatzfeile	1 ÷ 16''	1 ÷ 8	—
Flachspitze Feile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	—
Flache Stiftenfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	} nur auf den beiden flachen Seiten gehauen
Flache schmale Stiftenfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	
Halbrunde Feile	1 ÷ 16''	00 ÷ 8	—
Schmale halbrunde Feile mit Ansatz	1 ÷ 8''	00 ÷ 8	—
Runde Feile	1 ÷ 16''	1 ÷ 8	—
Zylindrische Rundfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 6	—
Runde Zapfenlochfeile	1 ÷ 5''	2 ÷ 8	—
Vierkantige Zapfenlochfeile	1 ÷ 5''	2 ÷ 8	—
Vierkantige Feile	1 ÷ 16''	1 ÷ 8	—
Zylindrische Vierkantfeile	1 ÷ 16''	1 ÷ 8	—
Dreikantfeile	1 ÷ 16''	1 ÷ 8	—
Zylindrische Dreikantfeile	1 ÷ 16''	1 ÷ 8	—
Messerfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	—
Zylindrische Messerfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	—
Schwertfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	einhiebig
Vogelzungenfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	mit scharfer Kante
Vogelzungenfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	mit runder Kante
Barett- oder Dachfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	nur Flachseiten gehauen
Zylindrische Barett- oder Dachfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	—
Barett- oder Dachfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	alle 3 Seiten gehauen, spitze Form
Zylindrische Wälzfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	nur die flachen Seiten ge- hauen
Hakenfeile	1 ÷ 10''	1 ÷ 8	mit runden Kanten
Flache Scharnierfeile	3 ÷ 10''	1 ÷ 6	mit runden Kanten
Einstreich- oder Schraubkopfffeile	2 ÷ 8''	3 ÷ 6	einhiebig u. kreuzhiebig
Spaltfeile	3 ÷ 8''	2	einhiebig
Flache Ausgleichfeile	1 ÷ 7''	3 ÷ 4	einhiebig u. kreuzhiebig
Federlochfeile	50 ÷ 80 mm	2 ÷ 4	—
Fugenfeile	4 ÷ 8''	—	—
Harte Nadelfeile	8 ÷ 20 cm	} grob Bastard, 1/2 Schlicht, } Schlicht, Doppelschlicht	
Weiche Nadelfeile	8 ÷ 20 cm		

Sonderfeilen.

Bezeichnung	Länge	Qual.	Hieb	Bemerkungen
Schlüssel- oder Raumfeile	3 ÷ 10''	P u. E	1 ÷ 3	} mit runden Kanten } mit runden Kanten
Flache Zahnräderfeile	4 ÷ 18''	P u. E	1 ÷ 3	
Flachspitze Zahnräderfeile	4 ÷ 18''	P u. E	1 ÷ 3	} Längen, Ausführungen } und Hieb nach Wahl
Ankernutenfeile, mit einer runden Kante mit einer runden und einer zuge- spitzten Kante	÷	÷	÷	
mit zwei zugespitzten Kanten	÷	÷	÷	
Erntemaschinenfeile	6 ÷ 12''	E	2	Kanten nicht gehauen
Strohmesserfeile	6 ÷ 12''	E	2	mit runden Kanten
Strohmesserfeile mit Stahlheft	6 ÷ 12''	E	2	mit flachen Kanten
Nutenfeile oder gekröpfte Feile	60 ÷ 200 mm	E	1 ÷ 3	auf 3 Seiten gehauen
Drehbankfeile	8 ÷ 20''	E	3	—
Härte-Probierfeile, dreikantig, halbspitz	3 ÷ 8''	EE	2 ÷ 5	Kanten gekippt
Doppelangelige dreikantige Fräserfeile	4 ÷ 6''	EE	2 ÷ 4	mit dünnen, gehauenen Kanten
Dreikantige Fräserfeile	3 ÷ 8''	EE	2 ÷ 3	aus Chromstahl
Vierkantige Schneideisenfeile	3 ÷ 10''	EE	1 ÷ 3	—
Runde Schneideisenfeile	3 ÷ 10''	EE	1 ÷ 3	—
Flachstumpfe Fräser- oder Hobeisenfeile	3 ÷ 6''	E	2 ÷ 3	—
Halbrunde Hobeisenfeile	3 ÷ 6''	E	2 ÷ 3	—
Runde Hobeisenfeile	3 ÷ 6''	E	2 ÷ 3	—

Bezeichnung	Länge	Qual.	Hieb	Bemerkungen
Vierkantige Hobeleisenfeile	3 ÷ 6''	E	2 ÷ 3	—
Halbspitze Gabelfeile	5 ÷ 9''	E	1 ÷ 3	mit runder Kante
Flachstumpfe Gabelfeile	5 ÷ 9''	E	1 ÷ 3	mit runder Kante
Vogelzungenförmige Gabelfeile	5 ÷ 7''	E	1 ÷ 3	—
Flachspitze Gabelfeile	5 ¹ / ₂ ÷ 8''	E	1 ÷ 3	—
Dreikantige Zuckermesserfeile	3 ÷ 8''	E	2 ÷ 3	} werden in verschieden. Stärken je nach Wunsch geliefert
Vierkantige Zuckermesserfeile	3 ÷ 8''	E	2 ÷ 3	
Flache Zuckermesserfeile	5 ÷ 8''	E	2 ÷ 3	} mit zugespitzten Ecken rippenförmig
Flache Zuckermesserfeile	5 ÷ 8''	E	2 ÷ 3	

Feilen für Büchsen- und Instrumentenmacher.

Fugenfeile (Joindresses)	4 ÷ 14''	E	1 ÷ 3	nur auf der breiten bauchigen Seite gehauen
Gewehrschaftfeile (BibEAU)	4 ÷ 12''	E	1 ÷ 3	auf zwei gegenüberliegenden Seiten geh.
Dreikantige Gewehrfeile	4 ÷ 12''	E	1 ÷ 3	stark bauchig
Rastenfeile	4 ÷ 8''	E	1 ÷ 4	nur auf einer Seite geh.
Flache Riefen- oder Kanellierfeile	3 ¹ / ₂ ÷ 12''	E	00 ÷ 3	—
Schnapperfeile	3 ÷ 5''	E	2 ÷ 3	auf einer Seite gehauen, links oder rechts
Visier- oder Kimmenfeile	4 ÷ 8''	E	2 ÷ 5	—
Herzförmige Feile	4 ÷ 8''	E	2 ÷ 6	—

Feilen für weiche Metalle.

Flachstumpfe Zinnfeile	4 ÷ 18''	P u. E	10	DIN E 5189
Halbründe Zinnfeile	4 ÷ 18''	P u. E	10	DIN E 5190

Sägefeilen.

Dreikantige Sägefeile	3 ÷ 12''	P u. E	2 ÷ 3	Einhiebig u. kreuzhiebig mit blanker Spitze, DIN 5213
Dreikantige Sägefeile	3 ÷ 12''	P u. E	2	Einhiebig bis zur Spitze gehauen
Dreikantige Sägefeile, dünne Sorte	3 ÷ 6''	P u. E	2 ÷ 3	DIN 5214
Dreikantige Bandsägefeile	4 ¹ / ₂ ÷ 10''	P u. E	2 ÷ 3	Einhiebig und kreuzhiebig, DIN 5215
Dreikantige Bandsägefeile	3 ÷ 12''	P u. E	2	Einhiebig bis zur Spitze gehauen
Dreikantige zylindrische Sägefeile	3 ÷ 10''	P u. E	2	Einhiebig mit blanker Spitze
Dreikantige zylindr. Bandsägefeile	3 ÷ 10''	P u. E	2	Einhiebig mit blanker Spitze
Doppelendige dreikantige Sägefeile	6 ÷ 10''	P u. E	2	Einhiebig mit blanker Spitze
Dreikantige Metallsägefeile	3 ÷ 8''	E	2 ÷ 3	—
Flache Brettsägefeile, dünne Sorte	6 ÷ 12''	P u. E	2 ÷ 3	DIN 5212
Mühlsägefeile, dicke Sorte	8 ÷ 14''	P u. E	2 ÷ 3	mit flachen Kanten, DIN 5211
Mühlsägefeile, dünne Sorte	6 ÷ 12''	P u. E	2 ÷ 3	mit flachen Kanten
Mühlsägefeile, dicke Sorte	6 ÷ 15''	P u. E	2 ÷ 3	mit einer runden und einer flachen Kante
Mühlsägefeile, dicke Sorte	6 ÷ 16''	P u. E	2 ÷ 3	mit zwei runden Kanten
Mühlsägefeile, dünne Sorte	6 ÷ 12''	P u. E	2 ÷ 3	mit zwei runden Kanten
Mühlsägefeile, dicke Sorte	6 ÷ 16''	P u. E	2 ÷ 3	mit zwei Angeln und flachen Kanten
Krahn- oder Pockholz-Sägefeile	4 ÷ 8''	E	2	Kreuzhiebig mit blanker Spitze
Runde Sägefeile	4 ÷ 8''	E	2	Einhiebig mit blanker Spitze
Ovale Sägefeile	4 ÷ 8''	E	2	Einhiebig mit blanker Spitze
Steinsägefeile	4 ÷ 8''	E	2	Einhiebig mit blanker Spitze
Schrot- oder Bundsägefeile	6 ÷ 10''	E	2	—
Schwertförmige Sägefeile	5 ÷ 10''	E	2	einhiebig
Dreikantige zylindrische Sägefeile	5 ÷ 8''	P u. E	2	Mit einer eingesetzten und einer stumpfen Angel
Dreikantige zylindrische Sägefeile	5 ÷ 8''	P u. E	2	Mit 2 einges. Angeln. Beide Sorten auch mit runden Kanten für Bandsäge

Bezeichnung	Länge	Qual.	Hieb	Bemerkungen
Dreikantige zylindrische Masch.-Sägefeile	5 ÷ 9''	P u. E	2	Einhiebig mit zwei blanken Enden.
Dreikantige zylindrische Masch.-Sägefeile	5 ÷ 9''	P u. E	2	Einhiebig mit blanken Enden und Einfräsungen
Messerförmige Sägefeile	5 ÷ 10''	E	2	einhiebig
Segment- oder Wolfsägefeilen	5 ÷ 10''	E	2	einhiebig
Waldsägefeile	5 ÷ 10''	E	2	Mit geschweiften Kanten, kreuzhiebig
Schiefkantige Sägefeile	5 ÷ 10''	E	2	kreuzhiebig

Raspeln.

Bezeichnung	Länge	Qualität	Bemerkungen
Flachstumpfe Raspel	4 ÷ 18''	P u. E	DIN E 5184
Halbrunde Raspel	4 ÷ 18''	P u. E	DIN E 5185
Flachspitze Raspel	4 ÷ 18''	P u. E	DIN E 5192
Runde Raspel	4 ÷ 18''	P u. E	DIN E 5191
Dreikantige Raspel	4 ÷ 18''	P u. E	—
Vierkantige Raspel	4 ÷ 18''	P u. E	—
Kabinettraspel	5 ÷ 18''	P u. E	—

Abb. 1. Bilder einiger wichtiger Feilen.
Gewichtsfeilen.



a) Vierkantige Armfeile.



b) Vierkantige Maschinenfeile.



c) Flache Handfeile.



d) Flachstumpfe Maschinenfeile.



e) Runde Maschinenfeile.



f) Dreikantige Maschinenfeile.

Feilen für Feilmaschinen.



g) Flache Feile für Feilmaschine.

Dutzend- und Präzisionsfeilen.



h) Flachstumpfe Feile.



i) Halbbrunde Feile.



j) Flachspitze Feile.



k) Runde Feile.



l) Dreikantige Feile.



m) Vierkantige Feile.



n) Messerfeile.



o) Vogelzungenfeile.



p) Baret- oder Dachfeile.



q) Halbbrunde Kabinettfeile.

2. Gefräste Feilen.

Diese sollen an dieser Stelle zusammenhängend behandelt werden, damit der Hauptteil dieses Buches sich mit der wichtigsten Feilenart, der gehauenen, befassen kann.

Die Zahnbildung beim Hauen stellt einen für das Gefühl des neuzeitlichen Werkzeugfachmannes primitiven Bearbeitungsvorgang dar. Während man bei der Herstellung sonstiger Werkzeugschneiden sehr darauf bedacht ist, die

Schneidenwinkel durch Fräsen bzw. Schleifen richtig und kontrollierbar herauszuarbeiten, wird bei der gehauenen Feile der Zahn nur herausgedrückt.

Seine Form und seine Winkel sind deshalb von dem Feilenwerkstoff, dem Meißelwinkel, der Meißelhaltung und der Schlagkraft abhängig. Damit der Zahn sich genügend aufbäumt, muß ein Werkstoff verwendet werden, der ausreichend weich und bildsam ist, also eine Forderung, die unter

Umständen die vom Schneidvorgang aus dickere Forderung an den Werkstoff hemmen kann. Bei den gefrästen Feilen kann dagegen stets der schneidhaltigste Werkzeugstahl verwendet werden, da die Zähne nicht aufgeworfen, sondern regelmäßig geschnitten werden.

Es werden 2 Hauptgruppen von gefrästen Feilen unterschieden:

1. solche ohne Spanwinkel (Brustwinkel);

2. solche mit einem positiven Spanwinkel.

Die ersteren sind seit längerer Zeit bekannt und wurden, um ein sanftes Ansetzen ohne seitliches Weglaufen zu erzielen, meist mit bogenförmigen Zähnen hergestellt.

Bei der zweiten Gruppe sind zwei verschiedene Herstellungsverfahren und danach verschiedene Feilenarten zu unterscheiden:

1. Fräsen der Zähne mit kegeligem Fräser (Abb. 2) (System Feilag). Bei diesen entsteht der positive Spanwinkel ohne weiteres durch das Fräsen.

2. Fräsen der Feile mit 0° Spanwinkel (Brustwinkel) und Umlegen des Zahnes auf einer Drückvorrichtung nach vorn, so daß eine leicht hohle Spanfläche entsteht (System Wessel).

Es wird von dem Fabrikanten der unter 1. genannten Feilen in Anspruch genommen, daß sie einen starreren Zahngrund haben als die mit angedrückten Zähnen, und daß der positive Spanwinkel nach mehrmaligem Nachschleifen unten immer noch in ursprünglicher Größe vorhanden sei, während er bei den Feilen unter 2. immer kleiner werde. Dagegen sollen die angedrückten Feilen nach 2. angriffs-

Nadelstielfeilen.



r) Vierkantige Nadelstielfeile.



s) Dreikantige Nadelstielfeile.

Sägefeilen.



t) Dreikantige Sägefeile.

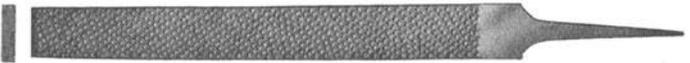


u) Dreikantige Bandsägefeile.

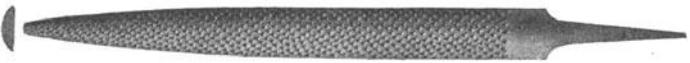


v) Mühlsägefeile.

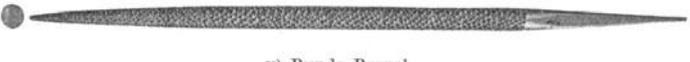
Raspeln.



w) Flachstumpfe Raspel.



x) Halbrunde Raspel.



y) Runde Raspel.



z) Kabinett-Raspel.

freudiger sein, da die Spitzen schärfer sind als bei nur gefrästen Zähnen. Wie weit diese Behauptungen zutreffen, ist noch nicht genügend einwandfrei geprüft worden.

Alle gefrästen Feilen werden als Angelfeilen ähnlich den gehauenen Feilen oder als Bezugfeilen mit einem dünnen abschraubbaren Feilenblatt auf einem Körper aus gewöhnlichem Flußstahl hergestellt. Angelfeilen können gerade und auch bauchig sein. Bezugfeilen werden nur gerade, nicht bauchig geliefert. Diese Form ist bekanntlich besonders zum Feilen von ebenen Flächen notwendig (vgl. S. 48 u. 50). Bezugfeilen werden, abgesehen von einigen Sonderfällen (Schienenfeilen u. a.), heute nur noch sehr wenig gebraucht. Sie sind an den schmalen Seiten ohne Hieb, weshalb innen liegende Kanten nur sehr schlecht mit ihnen bearbeitet werden können.

Ebenso wie ein grobgezahnter Fräser mehr Werkstoff abnimmt als ein feingezahnter, kann auch die gefräste Feile mehr abschuppen als die gehauene. Die gefrästen Zähne sind gleichmäßiger richtig herzustellen als die vom Meißel und seiner Haltung abhängigen gehauenen. Das Arbeiten mit der gefrästen Feile erfordert aber, wenn man sie voll ausnutzen will, eine stark erhöhte Arbeitsleistung, so daß der Arbeiter schnell ermüdet. Das ist wohl zum Teil auf persönliche Mo-

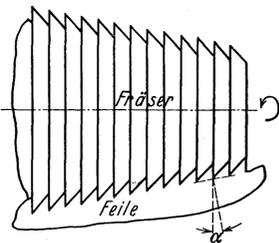


Abb. 2. Fräsen der Feilenzähne mit kegeligem Fräser.

mente zurückzuführen, da der Arbeitsdruck der auf allen Zähnen angreifenden gefrästen Feile sich anders anfühlt als der der nicht ganz so regelmäßig gezahnten und deshalb nicht mit sämtlichen Zähnen gleichzeitig angreifenden gehauenen Feile. Die Fräserfeilen sind demnach ganz besonders zum Feilen von weichen Metallen (Aluminium, Zinn, gegebenenfalls Grauguß) sowie von Hartwölfen geeignet, bei denen keine allzu große Zerspanungskraft aufgewendet zu werden braucht. Auf Weißmetall nehmen gefräste Feilen oft $1\frac{1}{2}$ mal soviel Werkstoff ab wie gehauene. Für die Bearbeitung von

Stahl dürften sie wenig geeignet sein, schon wegen der rascheren Abnutzung des mit Spanwinkel versehenen Zahnes. Für Feilarbeiten auf Kupfer muß der Zahn besonders spitz und tief sein, da die Feile sonst nicht gut schneidet. Beim Arbeiten auf Holz ergeben gefräste Feilen eine sauberere Fläche als Raspeln; Nachbehandlung mit Sandpapier ist nicht notwendig. Sie werden jedoch sehr rasch stumpf und können an solchen Stellen, die nur geringen Hub zulassen, nicht verwendet werden. Ein weiterer Vorzug der gefrästen Feile besteht darin, daß man den Zahngrund ausrunden kann, so daß die Späne sich nicht so leicht festsetzen.

Ein besonderer Vorteil der gefrästen Feilen mit geraden und mit bogenförmigen Zähnen ist der, daß sie ohne vorheriges Ausglühen nachgeschliffen werden können, und zwar auf einfachen Sonderschleifvorrichtungen. Die Schleifvorrichtung für gerade Zähne arbeitet in der Weise, daß die Feile von Hand auf 2 Führungsleisten, die in ihre Zähne eingreifen, Zahn für Zahn über eine Schleifscheibe geführt wird. Das beiderseitige Nachschleifen einer 12''-Feile dauert etwa 6 min. Das Verfahren kann 6—8mal wiederholt werden.

In letzter Zeit ist noch eine neuartige Feile auf dem Markt erschienen, bei der der positive Spanwinkel weder durch Fräsen noch durch Andrücken, sondern durch Eindrehen auf der Planscheibe einer Sonderdrehbank hergestellt wird. Diese Feilen haben dadurch bogenförmige Zähne mit nach der Angel zu immer kleiner werdendem Radius. Was für die gefrästen Feilen gesagt wurde, gilt natürlich auch für diese.

Restlos sind die Unterschiede in der Wirkung, den Anwendungsbereichen und

den Betriebskosten gehauener und gefräster Feilen noch nicht geklärt. Für eine maßgebende Berechnung der Wirtschaftlichkeit müßten folgende Punkte berücksichtigt werden, und zwar für die verschiedenen vorkommenden Werkstoffe:

Angriff auf der Arbeitsfläche,
Spanleistung,
Sauberkeit der Feilfläche,
Gerader Lauf,
Ermüdung des Arbeiters,
Kraftverbrauch,
Gewicht,
Verstopfen der Lücken,

Haltbarkeit der Schneiden,
Anzahl der möglichen Aufarbeitungen,
Vielseitigkeit der Anwendung der besonderen
Form der gefrästen Feile (z. B. Ziehen),
Verhalten beim Arbeiten über Kanten,
Preis der Feile,
Preis des Aufarbeitens.

B. Feilen für Feilmaschinen.

Die zur Aufnahme auf Feilmaschinen (Bauart Gebr. Thiel, Ruhla, u. a., Abb. 3) bestimmten Feilen, die keine Verjüngung (nicht bauchig) und an den Enden entweder zwei flache Ansätze oder an dem einen Ende eine spitze Angel, am anderen

eine angeschliffene runde Spitze besitzen, entsprechen in Aussehen und Hiebart den normalen Präzisionsfeilen. Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, daß man auch normale kleine Handfeilen maschinell angetrieben hat, und zwar entweder auf den in Abb. 4 gezeigten Maschinen für Umlauffeilen mit Sonderapparat oder mit Druckluftmaschinen ähnlich den Druckluftmeißeln. Die Erfolge sind aber bis jetzt noch nicht ermutigend: Ein großer Vorteil gegenüber den Handfeilen im Gesenkbau wurde nicht festgestellt. Die Feilen wirken stoßend auf die haltende Hand, und die Druckluftgeräte laufen zu rasch.

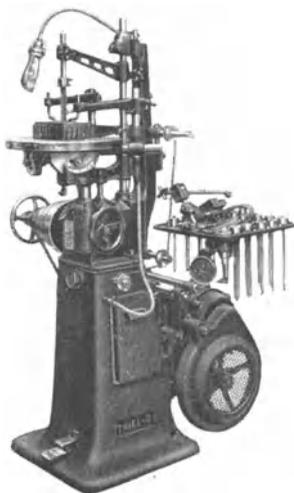


Abb. 3.
Feilmaschine für gerade Feilen.



Abb. 4.
Feilmaschine für Umlauffeilen.
(Julius Geiger G. m. b. H.,
Stuttgart.)

Die erwähnte praktische und in den letzten Jahren gut eingeführte Feilmaschine mit umlaufender Feile wird heute in verschiedenen Ausführungen hergestellt. Einige Muster derartiger kleiner Umlauffeilen zeigt Abb. 5. Sie werden besonders bei der Gesenkbearbeitung an den Stellen gebraucht, die mit normalen Fräsern usw. nicht bearbeitet werden können. Die Zähne sind entweder gehauen oder gefräst. Gefräste Rundfeilen haben gegenüber gehauenen (meist nicht mit der Maschine, sondern mit der Hand) den Vorzug ununterbrochener Zahnschneiden und gleichmäßiger Rundung. Sie sind deshalb als Profilfeilen besser geeignet als gehauene.

Als weitere maschinelle Feile kann auch die umlaufende Feilscheibe angesehen werden (Abb. 6), die, auf einem Sonderantriebsbock oder auf einer Drehbank befestigt, besonders zum Abgraten und Egalisieren von Weichmetallteilen, Holz und Blechen geeignet ist. Sie ist mit gerade gehauenen, bogenförmig gefrästen und spiralig gefrästen Zähnen im Handel zu haben. Die zuerst genannten beiden Arten eignen sich auch für härtere Metalle und Eisen (besonders in der Schmiede und bei kleinen Konstruktionsarbeiten), während die mit Spiralzähnen (die übrigens

vom Lieferanten auch nachgeschliffen werden), besonders für Weichmetalle brauchbar ist. Sie soll allerdings nicht ganz so ruhig arbeiten wie die bogenförmige, was vielleicht auf die gröbere Zahnung zurückzuführen ist.



Abb. 5. Umlauffeilen.
(Friedr. Dick G. m. b. H., Esslingen.)



Feilscheibe mit gefräster
Spiralverzahnung.



Abb. 6.
Feilscheibe mit Kreisbogen-
verzahnung.

In letzter Zeit ist eine weitere als breiter Ring ausgebildete maschinelle Feile auf dem Markt erschienen, die mit dem gezahnten Umfang arbeitet.

C. Normung der Feilen.

Bis vor kurzem waren für die Form und Abmessungen der Feilen neben den Katalogen der Lieferanten allein die Preisblätter des „Deutschen Feilenbundes“ maßgebend. Diese enthielten jedoch außer den Preisen und geschäftlichen Hinweisen nur Längenangaben; die Breiten- und Stärkenmaße fehlten. Die Folge davon war, daß die einzelnen Lieferanten diese Abmessungen und damit die Gewichte verschieden ausführten, so daß keine ganz einwandfreien Preisvergleiche möglich waren. Im Jahre 1923 wurde vorbereitend die Typenzahl verringert von 1351 verschiedenen Sorten auf 475. Uhrmacher- und Nadelfeilen wurden hiervon nicht berührt. Im Jahre 1924 begann der Deutsche Feilenbund mit der Veröffentlichung einer Reihe der gebräuchlichsten Feilen (vor allem der Handfeilen) als DI-Norm-Entwürfe, die alle Abmessungen enthielten. Die inzwischen fertiggestellten Normen (Beispiel Abb. 7), die allmählich alle Feilensorten umfassen sollen, enthalten auch einige, allerdings nicht vollständige, Angaben über den Hieb und, was besonders wichtig ist, Toleranzangaben. Es fehlen jedoch Angaben über Werkstoff, Herstellungsverfahren, Härte, Leistung usw. Ein Teil dieser Werte soll in später erscheinenden Güte- bzw. Abnahmevorschriften des DNA aufgenommen werden, es scheint aber, daß die technischen Voraussetzungen hierfür noch nicht genügend geklärt sind. Wie weit überhaupt die Herausgabe von Gütevorschriften durch eine öffentliche Stelle zweckmäßig ist, soll hier nicht erörtert werden.

Normen über die außerordentlich wichtigen Präzisionsfeilen sowie über Uhrmacher- und Nadelfeilen sind bisher nicht aufgestellt.

Bis Frühjahr 1932 sind folgende DI-Normen für Feilen erschienen:

DIN 5201 Flachspitze Feilen (Dutzendfeilen)	DIN 5213 Dreikantsägefeilen ,
5202 Dreikantfeilen (Dutzendfeilen),	5214 Dreikantsägefeilen, dünn.
5203 Vierkantfeilen (Dutzendfeilen),	5215 Dreikant-Bandsägefeilen,
5204 Flachstumpffeilen (Dutzendfeilen),	5216 Handfeilen,
5205 Halbrundfeilen (Dutzendfeilen)	5217 Armfeilen,
5206 Rundfeilen (Dutzendfeilen),	5218 Schwere Flachstumpffeilen (Ge- wichtsfeilen),
5207 Schwertfeilen (Dutzendfeilen),	5219 Schwere Halbrundfeilen (Gewichts- feilen),
5210 Messerfeilen (Dutzendfeilen),	5220 Schwere Dreikantfeilen (Gew.-F.),
5211 Mühlsägefeilen	
5212 Brettsägefeilen,	

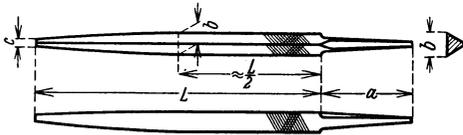
DIN 5221 Schwere Vierkantfeilen (Gew.-F.), DIN 5224 Halbrundpackfeilen,
 5222 Schwere Rundfeilen (Gew.-Feilen), 5225 Halbrundkabinetffeilen,
 5223 Flachspitzpackfeilen,

Dreikant-Feilen
(Dutzend-Feilen)

Werkzeuge

DIN
5202

Maße in mm



Bezeichnung einer Dreikant-Feile von
 Länge $L = 250$ mm mit¹⁾):
 Dreikant-Feile $250 \times \dots$ ¹⁾ DIN 5202

Länge L		b	c	a
mm	Zoll			
75	3	7	1,5	35
100	4	8	2	40
125	5	9	2,5	45
150	6	11	3	50
(175)	7	13	3,5	55
200	8	14,5	4	60
250	10	17	4,5	70
300	12	20	6	80
350	14	22,5	7	90
400	16	24,5	8	100
450	18	27	10	110

Die eingeklammerte Größe ist
 möglichst zu vermeiden.

Alle Maße sind Richtmaße und
 gelten als Rohmaße.

¹⁾ Hiebart (Zahl) bei Bestel-
 lung angeben:

Bastard = 1;

halbschlicht = 2;

schlicht = 3;

doppelschlicht = 4

Zu behauen sind: Alle Seiten
 kreuzhiebig

Toleranzen für L :

bis 100 mm $\pm 5\%$

über 100 mm bis 250 mm $\pm 3\%$

über 250 mm $\pm 2\%$

für a : $\pm 10\%$

Abnahmevorschriften siehe
 DIN

Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblattes im Dinformat A4, das durch den Beuth-Verlag, G. m. b. H., Berlin S 14, zu beziehen ist.

Abb. 7. Normblatt „Feilen“.

III. Herstellung der Feilen.

A. Schmieden.

An fast allen Feilen wird alles, d. h. Körper und Angel, geschmiedet. Auch die kleinen Feilen werden geschmiedet, und zwar auch heute noch vielfach von Hand, was ebenso rasch geht wie mechanisch. Dünne Feilen, z. B. Stiftenfeilen, flachstumpfe und flachspitze Feilen bis etwa 3 mm Stärke, werden auch ganz aus Stahlblech gestanzt, oder vom Blechstreifen abgeschnitten und an der Angel ausgestanzt; sie sind dann etwas biegsamer. Während aber früher auch das Profil aus Flach- und Vierkantmaterial ausgeschmiedet werden mußte (unter Wasserhämmern oder auf dem Amboß von Hand) werden heute fast alle Feilenkörper — mit Ausnahme einiger Sorten von Gewichtsheilen, die aus vorgeschmiedeten bzw. zugeschnittenen Ingots (Knüppeln) geschmiedet werden — von passenden Profilstangen in Längen von 3–7 m auf Maschinenscheren oder Pressen abgeschnitten und dann weitergeschmiedet. Da die Stahlwerke heute die verschiedensten Profile liefern (auch für kleine Feilen), so ist die Schmiedearbeit gegen früher stark eingeschränkt.

Zur Erhitzung diente früher das offene Steinkohlen-Schmiedefeuer; heute werden Koks-, Gas- oder Rohöfen benutzt. Feilenkörper aus gewöhnlichem Flußstahl (perlitisch oder unterperlitisch, also Kohlenstoff $\leq 0,9\%$), werden auf helle Rotglut ($820\text{--}900^\circ$) erhitzt. Körper aus Werkzeugstahl etwas niedriger, um so niedriger, je höher der Kohlenstoffgehalt ist. Wegen der Entkühlungsgefahr ist vorsichtige Behandlung nötig. Zu lange Erhitzung verdirbt die Oberfläche und nimmt der Feile die Härte ab. Dicke Feilenkörper dürfen nur allmählich auf Höchsttemperatur gebracht werden, sonst verbrennen sie außen und bleiben innen kalt. Nach Möglichkeit soll in einer Hitze geschmiedet werden. Für größere Feilen — besonders beim Gesenkschmieden — braucht man aber zwei, für die größten Armfeilen auch drei Hitzen; früher, als der Werkstoff nicht fertig profiliert geliefert wurde, waren allgemein drei Hitzen üblich. Die Rohstücke haben vielfach doppelte Feilenlänge; sie werden dann zunächst in der Mitte ausgeschmiedet, um die Angeln zu erhalten, dann nach beiden Seiten ausgeschlagen, und in der Mitte getrennt; hierauf werden die Angeln und die Form (Verjüngung) einzeln fertiggeschmiedet. Wenn die Knüppel in einfacher Feilenlänge abgeschnitten werden, wird zuerst der Schaft, dann die Angel geschmiedet; hierzu wird zunächst auf einer Schneide oder der Amboßkante eine Kerbe eingeschlagen und dann die Angel auf der flachen Bahn ausgestreckt. Bei mittelgroßen Feilen (Dutzendfeilen) werden die Schultern der Angel auch warm ausgestanzt, worauf die Angelseite unter dem Fallhammer verjüngt geschlagen wird. Bei kleineren (Präzisionsfeilen) wird die Angel kalt gestanzt, bei Feilen unter 6'' Länge, auch bei größeren Vierkantfeilen, wird die Angel durchlaufend (ohne Schultern) zugespitzt.

Kleine und mittelgroße Feilen werden unter Federhämmern (Abb. 8) und Handfallhämmern mit angebautem beweglichen Sitz, durch den die Schabotte ge-

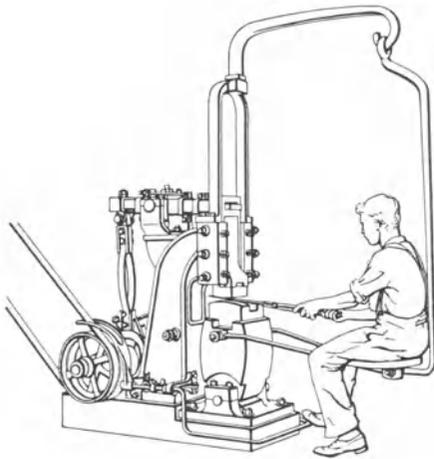


Abb. 8. Federhammer mit schwenkbarer Schabotte.

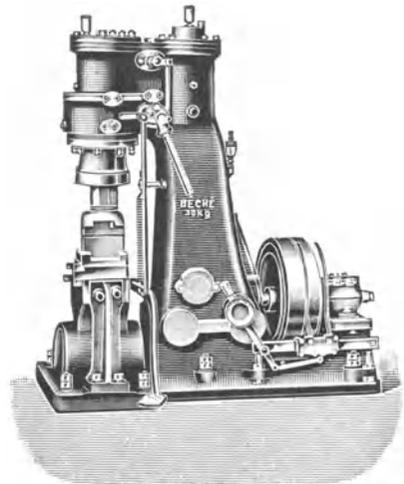


Abb. 9. Lufthammer mit schwenkbarer Schabotte.
(Béché & Grohs G. m. b. H., Hückeswagen.)

schwenkt werden kann, größere unter Luftdruckhämmern (Abb. 9) und Dampf-hämmern, die größten nur unter Dampf-hämmern geschmiedet. Dampf-hämmer sind besonders in England beliebt; sie machen bei 30 cm Hubhöhe und $50 \div 100$ kg Bärge- wicht etwa 180 Schläge i. d. min. Ihre Nachteile (hoher Preis, hoher Dampfverbrauch, schlechte Regelung) haben mehrfach zur Bevorzugung der Druck- luft-hämmer geführt, die aber auch nicht billig in Anschaffung und Kraftverbrauch sind. Am verbreitetsten sind Federhämmer, und zwar weniger solche mit Blatt- als mit

Bügelfeder. Sie sind billig, haben hohe Schlagzahl (bis 400 i. d. min) gute Regelung, einfache Handhabung und lange Lebensdauer. Aufwurfhämmer sind heute weniger in Gebrauch. Für das Fertigschmieden der Spitzen halbrunder und dreikantiger Feilen werden die Drucklufthämmer mit schwingendem Amboß ausgeführt. Vollautomatische Schmiedehämmer sind nur für Sägefeilen eingeführt worden.

Soweit die glatte Amboßbahn für die Herstellung der Feilenform nicht ausreicht, wird in Gesenken geschmiedet. Die Körper werden hierzu nicht mit stumpfen, sondern schrägen Enden von der Stange geschnitten, damit an Spitze und Angel nicht zu viel Werkstoff bleibt. Für Dreikant- und Halbrundfeilen ist nur das Unterteil des Gesenkes profiliert; für Rundfeilen und ähnliche Formen Unter- und Oberteil. Zum Anspitzen befinden sich seitlich im Ober- und Untergesenk entsprechend geformte Kerben. Die Gesenkform wird vielfach durch Einschlagen eines gehärteten Formstückes hergestellt, worauf mit Meißel, Feile und Schaber fertiggearbeitet wird. Der Glühspan wird beim Schmieden zweckmäßig durch Druckluft entfernt.

Das Schmieden der Angeln erfordert besonders bei Flachfeilen große Geschicklichkeit, da der Feilenkörper immer abwechselnd von der hohen Kante auf die flache Seite und umgekehrt gekantet werden muß. Bei Dreikantfeilen ist nach jedem Schlag um 60° heranzuwenden. Zum Ausschmieden der Angeln kleiner Feilen sind halbautomatische Vorrichtungen in Gebrauch, die den Feilenkörper im Gesenk drehen; sie werden vom Deckenvorgelege aus durch Kette angetrieben. Als Zeitdauer für das Schmieden der Form einschließlich des Abschneidens auf Länge werden im Mittel $20 \div 25$ s, für das Schmieden der Angel $10 \div 25$ s gerechnet. Zum Anspitzen von Dreikantfeilen sind $6 \div 8$, zum Fertigschlagen $10 \div 12$ Schläge erforderlich. Bei Halbrundfeilen erfordert das Anspitzen $14 \div 16$, die Formgebung im Gesenk etwa 20 Schläge. Nachgearbeitet wird mit dem Handhammer.

An Stelle des Schmiedens ist auch das Walzen versucht worden, und zwar für Körper und Angel. Das Verfahren besteht darin, daß das abgeschnittene erhitzte Rohstück zwischen zwei Walzen durchgeführt wird, deren jede das halbe Profil von Körper und Angel aufweist. Der Umfangsbogen jeder Gesenkhälfte ist kleiner als der halbe Kreisumfang, so daß genügend Platz zum Einstecken des Feilenkörpers bleibt. Das Walzen ist besonders in Amerika, auch in England, in Deutschland fast gar nicht eingeführt und kommt nur für minderwertigeren Stahl in Betracht, der stark erhitzt werden darf. Kohlenstoffreicher Stahl würde zu rasch kalt und deshalb beim Walzen beschädigt werden. Im allgemeinen gelten gewalzte Feilen für weniger haltbar als durchgeschmiedete. Auch ist das Verfahren wegen der kostspieligen Walzen und Gesenke teuer.

B. Glühen.

Die geschmiedete Feile ist hart und hat innere Spannungen, und das um so mehr, je ungleichmäßiger sie erwärmt wurde und erkaltete. Der Schmied arbeitet immer zwischen der Gefahr der zu niedrigen Temperatur, verbunden mit zu rascher Abkühlung, und der zu hohen Temperatur; bei jener wird die Feile zu hart, bei dieser wird sie spröde und ihre Oberfläche entkohlt.

Die Glühung muß die Feile — der leichteren Bearbeitbarkeit wegen — so weich machen wie irgend möglich, d. h. es muß sich körniger, nicht streifiger Perlit bilden. Um so leichter ist nachher das Schleifen und Hauen, um so besser und schärfer der Hieb. Das hängt von der Temperatur ab, und es genügt nicht — wie dies meist geschieht — einfach auf Rotglut zu erhitzen. Eine zu niedrige Temperatur läßt die Feilen zu hart, eine zu hohe erfordert eine längere Glühdauer als die

richtige Temperatur. Die beste Temperatur liegt bei etwa $730 \div 750^\circ$. Die Einhaltung dieser Temperatur muß durch Pyrometer kontrolliert werden. Die Dauer der Erhitzung hängt von der Größe der im Ofen eingesetzten Feilenmenge ab; bei einem mittelgroßen Flammofen beträgt sie $1\frac{1}{2} \div 2$ h. Ist die richtige Temperatur erreicht, so hält man sie etwa $\frac{1}{2}$ h unverändert, stellt dann die Feuerung ab, dichtet den Ofen luftdicht ab und läßt ihn mit Inhalt langsam abkühlen. Das Glühen soll nicht zu lange dauern, da sich sonst das Gefügekorn vergrößert. Das Abkühlen bis etwa 300° dauert bei mittelgroßen Öfen und Feilenpaketen etwa 14 h.

Zum Glühen dienen früher Buchenholzöfen, heute zumeist Koks- oder Braunkohlen-Brikettöfen mit natürlichem Zug und vereinzelt Steinkohlen-Flammöfen mit künstlicher Luftzufuhr; auch Gas- und Rohöfen kommen mehr und mehr vor und haben Koksöfen gegenüber den Vorteil besserer Temperaturregelung. Die Steinkohlenflammöfen haben den Vorzug gleichmäßiger Wärme im ganzen Ofen, die Steinkohle kann aber leicht schädlich auf den Stahl einwirken. Das Glühen in Muffeln, Blechkästen oder Röhren aus Grauguß und Stahlguß sowie das Glühen kleiner Feilen im Bleibad hat sich nicht bewährt. Die Feilen werden auf Eisenstangen oder Stahlgußschalen oder auf Schamotteplatten gelegt und Schicht für Schicht mit Holzspänen bedeckt. Man packt gewöhnlich große und kleine Feilen zusammen ein, und zwar die kleinen auf die großen. Die Gesamtbeschickung eines Koksöfens wiegt etwa $1000 \div 2000$ kg; die eines Steinkohlenflammofens mit drei Kammern 3×400 kg.

Aufhaufeilen müssen noch sorgfältiger geglüht werden als neue Feilen, da bei ihnen die ganze Zahnschicht abgeschliffen werden muß. Die abgenutzten Feilen werden lagenweise im Ofen dick mit Kochsalz und Holzkohlenstaub bestreut, um den Zunder der sich aus dem zwischen den Zähnen sitzenden Schmutz bildet, zu lösen und um Auf- und Entkohlen zu vermeiden. Die Aufhauereien feuern ihre Glühöfen etwa 12 h lang und lassen sie dann $2 \div 3$ Tage ohne Feuerung stehen, worauf sie entleert werden.

C. Schleifen.

Durch die vorhergehende Bearbeitung, wie Schmieden und Glühen, haben sich die Feilenkörper meistens so stark verzogen, daß sie, bevor sie weiter verarbeitet werden können, auf dem Richtamboß mit einem Richthammer wieder geradegerichtet werden müssen. Hierbei platzt der durch das Glühen entstandene Zunder ab. Die Richthämmer sind ähnlich ausgeführt wie die Feilenhauerhämmer (s. S. 23) und wiegen etwa $\frac{3}{4}$ bis 4 kg, je nach Größe der zu richtenden Feilen. Für kleine und mittlere Feilen sind die Ambosse nicht verstäht, da diese Feilen auf einer harten Bahn nicht festliegen, sondern rutschen. Nur $16 \div 20''$ lange Feilen werden auf hartem Amboß gerichtet. Die großen und mittleren Sorten (Dutzendfeilen) kommen dann zur genauen Formgebung zur Schleiferei, während die kleineren und vor allem Präzisionsfeilen mit der Hand auf gute und elegante Form gefeilt werden (s. S. 21). In einigen Betrieben werden diese Feilen ebenso wie die größeren in der Schleiferei vorgeschliffen.

Die Feilen werden meist naß auf Sandsteinen geschliffen. Die Steine dürfen nicht zu hart sein, sonst erzeugen sie trotz reichlicher Wasserzufuhr Brandflecken. Ihre Härte soll höchstens 4 nach der Mohsschen Skala betragen, ihr Gefüge muß porenfrei und feinkörnig bis mittelgroß sein. Gut brauchbar ist Deister- oder Oberkirchner Sandstein; viele Steine kommen auch aus der Eifel, vom Main und von der Mosel. Am besten sind die weißen Steine, da sie am weichsten sind, aber auch rote Sandsteine mit Kalk, Flußspat, Glimmer und ähnlichen Einschlüssen können brauchbar sein. Das spezifische Gewicht soll zwischen 2 und 2,5 liegen, die Druck-

festigkeit $300 \div 1000 \text{ kg/cm}^2$ betragen. Vor ihrer Verwendung müssen die Steine genügend lange gelagert sein, damit sie gut trocken sind und beim Gebrauch nicht zerspringen. Zwischen den Gußflanschen und dem Stein sind genügend starke Holzeinlagen vorzusehen. Die Bohrung des Steines muß stets größer als die Welle sein, damit der Stein leicht ausgerichtet werden kann. Ein Auswuchten des Steines nach der Montage ist selbstverständlich immer notwendig. Jeder neue Stein soll mindestens 1 Tag leer laufen und dabei wiederholt ein- und ausgeschaltet werden.

Die früher gebräuchlichen Steine hatten meist einen Durchmesser von 100 bis 150 cm und eine Breite von $15 \div 20$ cm. Heute werden Steine bis 250 cm \varnothing und 35 cm Breite gebraucht, die ein Gewicht bis zu 4200 kg haben. Der günstigste Steindurchmesser ist etwa 200 cm, der bis auf etwa 80 cm abgenutzt wird. Der Kraftbedarf eines Steines schwankt etwa zwischen 8 und 17 PS. Die Umfangsgeschwindigkeit soll etwa $800 \div 1000 \text{ m/min}$ betragen. Obwohl die Steine nur selten zerspringen, ist es doch unumgänglich notwendig, einen genügend starken, fest verankerten Schutzkasten anzubringen, um Unfälle sicher zu vermeiden. Ein Laufkran zwischen Schleifscheibenlager und Schleifstand gestattet dem Schleifer, den Stein mit wenigen Hilfskräften in die Maschine einzusetzen.

Die Sandsteine werden mit einem pickenähnlichen Werkzeug aufgehackt und abgerichtet. Hierbei wird eine Reihe großer und unregelmäßiger Nuten über die Fläche des Steines hinweg mit einem Winkel von $10 \div 15^\circ$ aufgeschlagen. Der Stein wird dabei von dem Arbeiter von Hand oder mit dem Fuß vorwärts geschoben. Neuerdings verwendet man dazu auch Abdrehapparate mit Haurädern. Sie gestatten, den Stein in etwa 2 min zu schärfen, während man mit der Picke etwa $1 \div 2$ h gebraucht. Die Abdrehapparate kosten jedoch sehr viel Stein und machen ihn nicht so griffig wie das Aufhacken von Hand.

Die Schleifer arbeiteten früher in niedrigen feuchten Räumen und ohne genügende Lüftung (den sogenannten Schleifkotten). Dadurch litten die meisten an den Berufskrankheiten Gicht und Lungenschwindsucht und starben früh. Die heutigen Räume sind wesentlich besser; sie haben genügend Licht und Lüftung. Bei der Arbeit steht der Schleifer in „Schleifstiefeln“. Das sind U-förmige Gehäuse aus starken Brettern (neuerdings werden auch Schleifstiefel aus Aluminium gebraucht), deren Vorderseiten mit Eisenschienen beschlagen sind. Die Feilen werden in Holzformen, die einen Hebelgriff tragen, aufgenommen und mit den Knien gegen den Schleifstein gedrückt. Mit dem Rücken lehnt der Schleifer gegen ein Stützbrett, an das gewöhnlich noch ein Querholz befestigt ist, auf das er sich aufsetzen kann. Zum Schutz gegen Spritzwasser ist der Stand des Arbeiters oft mit Brettern oder Säcken umkleidet, außerdem kann der ganze Stand nachgeschoben werden, um der Abnutzung des Steines Rechnung zu tragen.

Kleine Feilen ($3 \div 5''$) werden nur quer geschliffen, und zwar schräg zu ihrer Achse. Hierdurch entsteht kein Grat, wie beim Schleifen rechtwinklig zur Achse. Werden die kleinen Feilen zu lange geschliffen, so bilden sich starke Riefen in dem Stein, der dann sehr oft nachgearbeitet werden muß. Feilen über $5''$ Länge werden zunächst quer geschliffen bis sie ganz blank sind, dann noch einmal der Länge nach, um den ersten Schleifstrich wegzunehmen, da die beiden Flächen der größeren Feilen beim Querschleifen vor dem Stein nicht ganz eben zu halten sind. Die Rücken der halbrunden und die runden Feilen werden nur quer geschliffen, ebenso die hohen Kanten der flachen Feilen.

Notwendig ist, so viel Werkstoff wegzuschleifen, daß die beim Schmieden und Glühen entkohlte Schicht restlos entfernt wird, also mindestens 0,3 mm. Der Werkstoffverlust beim Schleifen beträgt je nach Art des Schmiedestückes $5 \div 10\%$. (Betr. Aufhaufeilen s. S. S. 21, 22 und 33.)

Nach dem Schleifen werden die Feilen in Kalkwasser getaucht; es bleibt dann eine dünne Schicht von kohlen saurem Kalk zurück, die die Feile, bevor sie weiter verarbeitet wird, vor Rost schützt.

Nachstehend eine Aufstellung der am häufigsten vorkommenden Schleiffehler¹:

1. Löcher im Feilenkörper. (Dadurch entstehen später zu kurze bzw. stumpfe Zähne.)

2. Wellenförmige Oberfläche durch ungleichmäßiges Andrücken an den Stein.

3. Windschiefe Fläche.

4. Kanten nicht scharf.

5. Körper konkav bzw. konvex.

6. Oberfläche unrein, Zunder nicht ganz entfernt. (Die Feilen zeigen später nach der Härtung weiche Stellen.)

7. Brandflecken auf dem Körper von zu starkem Andrücken gegen den Stein. (Dadurch harte Stellen, auf denen der Meißel leicht ausbricht.)

8. Feile ist „zu“ geschliffen = glasiert (durch zu hohen Schleifdruck, zu harte oder zu stumpfe Steine).

9. Die Feile hat Schleifrisse.

10. Halbbrunde Feilen sind kantig, runde unrund geschliffen.

Neben dem vorher beschriebenen Schleifen der Feilen von Hand, werden heute, namentlich in größeren Betrieben, vielfach Schleifmaschinen benutzt, bei denen eine Anzahl gleich geformter Feilen nebeneinander in einer Aufnahme liegt und gleichzeitig geschliffen wird. Es können allerdings nur flache Feilen maschinell geschliffen werden; Formfeilen müssen nach wie vor mit der Hand geschliffen werden. Die Verwendung der Maschinen lohnt sich nur bei der Herstellung von großen Feilenmengen. Die Maschinen haben außerdem einen sehr hohen Kraftverbrauch, dagegen den Vorzug, daß sie rascher und genauer arbeiten als Handschleifer und daß das Arbeiten weniger ungesund ist. Die Scheiben, die auf diesen

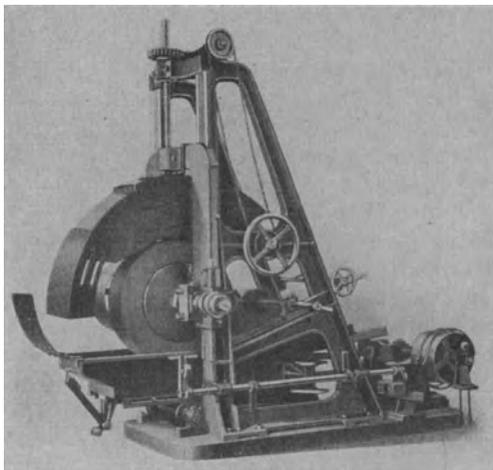


Abb. 10. Feilenschleifmaschine Bauart Frowein.

Maschinen verwendet werden, sind teils Sandsteine wie beim Handschleifen, teils gebrannte Schleifscheiben (Korundscheiben mit Silikatbindung in Körnung 40—60), wie sie in der übrigen Metallindustrie verwendet werden. Die meisten Feilenfabriken bevorzugen heute allerdings noch die Sandsteine, da bei diesen die geschliffene Fläche glatter und weicher wird als bei den gebrannten Steinen, während die Schleifleistung immer noch genügend hoch ist. Selbst bei starker Wasserzufuhr wird die Oberfläche der Feilenkörper beim Schleifen mit Kunststeinen sehr leicht hart und glasiert und weist sehr oft Brandflecken auf. Es sind allerdings einige Maschinen auf den Markt gekommen,

die die genannten Fehler vermeiden sollen.

Eins der Haupterfordernisse bei Feilenschleifmaschinen ist, dafür zu sorgen,

¹ Nach Dr. Offermann: Feilen. (Dissertationsschrift.)

daß die Schleifsteine offen und genau eben bleiben; alle Vertiefungen müssen unbedingt vermieden werden. Deshalb werden bei einigen Maschinen die Schleifscheibenwellen durch eine besondere Vorrichtung so angetrieben, daß der Stein während des Schleifens sich seitlich hin- und herbewegt.

Von den vielen vorhandenen Bauarten von Feilenschleifmaschinen sollen nur zwei nachstehend näher beschrieben werden:

Abb. 10 zeigt eine Feilenschleifmaschine Bauart Frowein für Feilen von $10 \div 20''$ Länge. Die Feilen ($8 \div 10$ Stück flache Seite oder $25 \div 30$ Stück hohe Kante) liegen auf Gummiunterlagen in einem Schlitten, der vor- und rückwärts bewegt wird. Die Laufflächen des Schlittens haben die Form der Feilen. Der Stein bewegt sich selbsttätig in seiner Achsrichtung hin und her.

Bei einer Feilenschleifmaschine Bauart Peiseler schwingen die Feilen vor dem Stein, wälzen sich also an diesem ab. Das Triebwerk ist von der Maschine getrennt aufgestellt, also vor Schleifschmutz geschützt. Der Schleifdruck wird je nach Feilenart durch Spannen der Zugfeder eingestellt. Die Leistung ist etwa zweimal so groß wie die eines Handschleifers.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß sich die selbsttätig arbeitenden Schleifmaschinen lange nicht in dem Maße eingeführt haben, wie etwa die Haumaschinen. Das Einrichten dieser Maschinen ist sehr schwierig. Das abgeschlemmte Schleifmaterial und die große Kühlwassermenge bringen für die bewegten Teile einen hohen Verschleiß mit sich, so daß diese Teile gut geschützt werden müssen.

D. Abfeilen, Hobeln, Vorfräsen, Formfeilen, Stempeln.

Das Schleifen der Feilenkörper, wie unter C. beschrieben, ist nicht bei allen Feilen möglich, oder es ergibt nicht bei allen Feilen die notwendige Sauberkeit und Formschönheit. Fast alle kleinen Feilen, auch einige größere, besonders aber alle Rundfeilen und Präzisionsfeilen müssen von Hand oder auf der Maschine mit der Feile fertig geformt werden. Es muß sehr sorgfältig gefeilt werden, damit der Körper gut aussieht; besonders ist auf gute Spitze zu achten. Zur Vermeidung des Reißens wurde der Feilenkörper früher mit Kreide eingerieben; heute nimmt man dafür Feilen mit einem Sonderhieb, der ein Reißen vermeidet (langer feiner Unterhieb, kurzer gerader Oberhieb). Schlichtfeilen werden heute immer auf der Maschine (s. unten) abgefeilt, damit sie möglichst gerade und saubere Flächen erhalten. Dieses Abfeilen, das „Abziehen“ genannt wird, geschieht in der Längsrichtung der Feile. Die Abziehfeile wird hierbei rechtwinklig zu ihrer Längsrichtung hin- und herbewegt.

Kleine Sonderfeilen, Uhrmacherfeilen, feine Mechanikerfeilen sowie alle Riffel-feilen werden nur von Hand, ohne vorheriges Schleifen, fertiggemacht.

In früheren Zeiten feilten sich die Feilenhauer die Feilen selbst auf Maß. Besondere Feilereibetriebe sind erst in neuerer Zeit von den Feilenfabriken eingerichtet worden. Für mittelgroße und größere Feilen gibt es Feilenabziehmaschinen, die etwa $40 \div 80$ Doppelhübe i. d. min je nach Größe der Maschine machen (Abb. 11). Die Abziehfeile der Maschine besitzt keine Angel und hat rechteckigen Querschnitt, sie ist auf beiden Seiten mit oben erwähntem Sonderhieb gehauen.

Runde Feilen und die Rücken der halbrunden können maschinell abgezogen werden; sie werden dabei durch einen Zahnradantrieb gedreht.

Je feiner und genauer die nachher aufzubringende Hiebart ist, desto sauberer muß die Feile abgezogen werden. Das ist selbstverständlich, wenn man berücksichtigt, daß das Abschleifen ein ziemlich roher Vorgang ist.

Der Hieb alter Feilen (Aufhaufeilen) wird vielfach nicht abgeschliffen, sondern abgehobelt. Früher wurden die Feilen warm gemacht und dann abgefeilt oder

abgefräst. Insbesondere bei großen Aufhaufeilen nimmt man den Schmutz und die Zähne durch Hobelmesser herunter, um Schleifsteine zu sparen. Hierbei ist ein Nachschleifen nur als Schlichtarbeit erforderlich. Man kann, wenn vorgehobelt wird, mit zwei Steinen soviel schleifen wie sonst mit drei.

Es wird auf einfachen Maschinen gehobelt, bei denen ein breites Messer über die ganze Breite auf einmal streicht. Abb. 12 zeigt eine Hobelmaschine Bauart Frowein. Der Meißelkopf ist um die waagerechte Achse schwenkbar; er wird der Krümmung des Feilenkörpers entsprechend mit Handhebel (bei anderen auch durch Handspindel) höher und tiefer gestellt. Belastung erfolgt durch Gewicht oder durch Spindel. Es wird von der Angel zur Spitze gehobelt.

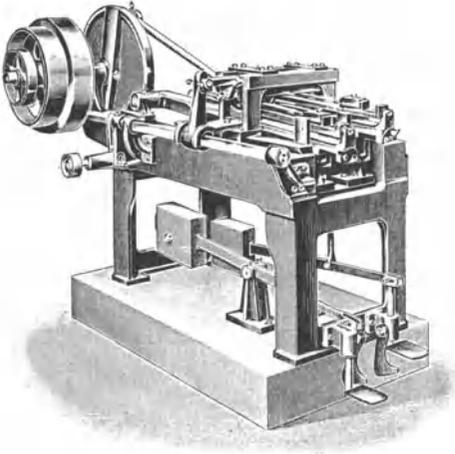


Abb. 11. Feilenabziehmaschine Bauart Frowein.

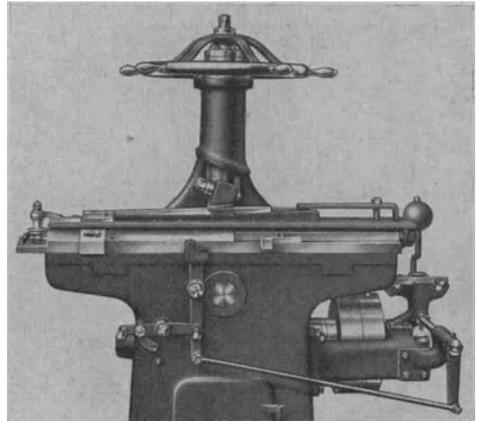


Abb. 12. Feilenhobelmaschine Bauart Frowein.

In 8 Stunden werden beispielsweise an gemischten Feilen (Strohfeilen, flache, halbrunde, dreikantige und vierkantige Vorfeilen) 265 Stück = etwa 566 kg = etwa 725 Seiten gehobelt.

Nachdem die Feilenkörper entweder durch Schleifen oder durch Feilen fertiggestellt sind, werden sie mit dem Firmenzeichen usw. gezeichnet, was am besten auf Reibspindelpressen geschieht. Von Hand zeichnen nur noch kleinere Werkstätten. Das Firmenzeichen und die Hiebbezeichnung, gegebenenfalls auch noch Zeichen über Stahlgüte, Behandlung usw., werden am besten auf die Hochkanten der Angel gestempelt, damit sie auch nach mehrmaligem Aufhauen noch sichtbar bleiben. Irgendwelche Zeichen, die nach dem Aufhauen nicht mehr hervortreten sollen, werden dagegen auf den sogenannten Spiegel der Feile, das ist der Übergang von der Flachseite des Feilenkörpers zur Angel, angebracht. Dieser Teil wird dann beim späteren Aufhauen mit übergeschliffen. Bei Aufhaufeilen sollte das Zeichen der Aufhaufirma immer auf dem Spiegel gestempelt werden, damit die letzte Aufhaufirma immer mit Leichtigkeit festgestellt werden kann.

E. Hauen, Schneiden, Abziehen.

1. Hauen von Hand. Früher wurden alle Feilen von Hand gehauen, während heute meist maschinengehauene Feilen hergestellt werden.

Das Handwerkzeug des Hauers besteht aus Hammer, Amboß und Meißel. Der Amboß ist auch hier unverstählt, da sonst die Feile rutschen würde. Der Amboß steht auf einem Amboßstock (Baumstumpf). Die erste Seite der Feilen wird un-

mittelbar auf der ebenen Amboßbahn gehauen. Beim Hauen der zweiten Seite und der Hochkante wird als Unterlage weiches Zink, teilweise auch Blei, benutzt, in das sich die Zähne der schon gehauenen Feilenseite eingraben. (Näheres darüber siehe nachher beim Maschinenhauen S. 27.) Ein Einschnitt im Amboß ist mit Zinn oder Blei ausgegossen; auf dieser Unterlage werden die profilierten Feilen (halbrund, dreikant) gehauen. Mit Riemenzug und Fuß werden die Feilen festgespannt. Die verschiedenen Meißel- und Hammerformen zeigt Abb. 13.

Das Meißelgewicht schwankt zwischen etwa 20 und 700 g. Die Meißel werden von der Stange abgehauen, dann wird das Blatt ausgeschmiedet und der Kopf fertig geschmiedet. Danach wird vorgeschliffen, gehärtet, angelassen, scharfgeschliffen und abgezogen; der Kopf bleibt weich. Das Gewicht der Hämmer schwankt zwischen 0,25 und etwa 5 kg.

Die zu hauende Seite der Feile wird mit etwas Öl eingefettet, damit sich die Hiebe besser aufwerfen und die Meißel länger scharf bleiben. Der Meißel legt sich bei jedem Schlag gegen den Rücken des vorherigen Grates. Die Kunst liegt darin, mit dem nötigen Gefühl den Meißel schräg zu halten und die Schlagstärke dem zu hauenden Hieb und der Breite der Feile anzupassen. An der Spitze wird am schwächsten geschlagen, an der breitesten Stelle am stärksten.

Die Hauer teilen sich in ebenso viele Klassen, als es Hiebarten für Feilen und Raspeln gibt. Im Bergischen Lande wurden noch in den 80er Jahren Kinder zum Kantenkippen an Sägefeilen herangezogen. Kleine Uhrmacherfeilen werden häufig von Mädchen gehauen, die hierzu ein größeres Feingefühl besitzen.

In Deutschland wurde bis Ende des 18. Jahrhunderts von der Angel nach der Spitze gehauen, dann ging man zur umgekehrten Richtung, von der Spitze zur Angel, über, wie dies schon in England Ende des 17. Jahrhunderts üblich war, da es größere Regelmäßigkeit ergibt.

Wenn der Unterhieb fertig ist, muß der äußerste Grat mit flacher Handfeile etwas abgestrichen werden, bevor der obere Hieb aufgesetzt wird. Der Meißel würde sonst beim Hauen des Oberhiebes festhaken. Man darf nicht zu tief abstreichen, sonst wird der Zahn des Oberhiebes nicht scharf genug, wenn er auch kräftig ausfällt. Bei mit Maschinen gehauenen Feilen ist dies nicht nötig, da hier der Unterhieb ganz gleichmäßig ausfällt. Nur die Kanten der Feile müssen immer dann abgezogen (abgestrichen) werden, wenn beide dort zusammenstoßenden Flächen gehauen sind, da sonst der Kantenhieb unsauber ausfällt. Auch ist bei halbrunden Feilen die Flachseite nach dem Hauen des Rückens abzuziehen, um die entstandenen Seitenwülste zu entfernen.

Das Raspelhauen ist besonders schwer, da der Meißel hier nicht an den vorderen Zahn angelegt werden kann, sondern nach Augenmaß gehauen wird. Der Raspelmeißel ist dreiseitig zugeschliffen. (Vgl. auch S. 40.)

Je nach Hiebart haut ein Feilhauer etwa 80 ÷ 200 Schläge i. d. min. Als Zeitverlust für das Weiterrücken, Herausnehmen und Umspannen der Feilen kann etwa ein Drittel der Arbeitszeit gerechnet werden.

Für bestimmte Feilenarten ist das Handhauen immer noch notwendig, z. B. für die stark bauchigen dreikantigen Sägefeilen. Es gibt allerdings auch hierfür Maschinen, aber etwa 70% werden mit der Hand gehauen. Für besondere Stoffe

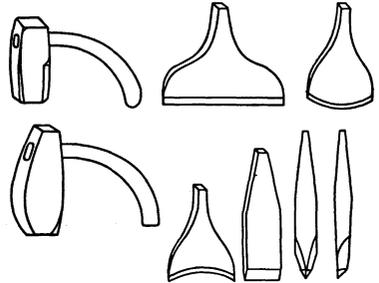


Abb. 13. Verschiedene Meißel- und Hammerformen für Handhauer.

(Isolierstoffe, auch Messing) werden von einigen Käufern auch heute noch handgehauene Feilen verlangt, da bei dem Handhauen ein besonders feiner Flaum (Fliem) entsteht, der den zu feilenden Werkstoff gut angreift. Hierunter versteht man den feinen, unregelmäßig geformten Grat, der sich beim Aufwerfen des Zahnes oberhalb der eigentlichen Zahnschneide ansetzt. Ist dieser Fliem abgefeilt, so können die Feilen immer noch für Stahl und Eisen verwendet werden. Ob die Liebhaber handgehauener Feilen solche wirklich immer erhalten, ist fraglich, besonders bei Bestellung größerer Posten. Erfahrene Handhauer sind heute wenig zahlreich. Die Versuchung für kleine Aufhauereien liegt nahe, die ihnen übergebenen Feilen in Feilenfabriken mit der Maschine aufhauen zu lassen.

Über das Leistungsverhältnis zwischen Hand- und Maschinenhauer macht Otto Dick¹ folgende Angaben:

		Stück in 10 h		
		Hieb B	$\frac{1}{2}$ S	S
Leistung des Handhauers	} für 12'' Dutzend- feilen	{	38	25
Leistung des Maschinenhauers			170	120

Voraussetzung für obige Leistungen ist, daß beide Hauer, namentlich aber der Maschinenhauer, ihre Meißel stets richtig scharf halten.

2. **Haumaschinen.** Eine der ersten Haumaschinen konstruierte Leonardo da Vinci vor 1505. Die alten englischen Maschinen hatten ähnlich wie Leonardos Maschine schwingende Hämmer. Sie befriedigten aber nicht, denn sie waren vor allem nicht schwer genug: die arbeitenden Teile waren zu schwach und die Führungen des Meißelhalters nicht genügend durchkonstruiert.

Nach 1870 tauchte eine Maschine von Bellott in Paris auf, die gute Arbeit zum achten Teil der gewöhnlichen Kosten lieferte und 1000 Meißelschläge i. d. min ausführte. Zur selben Zeit wurde dann in Birmingham, in Berlin und auch in Nordamerika je eine Fabrik für maschinengehauene Feilen eingerichtet. Ein vollständiger Maschinensatz einer derartigen Fabrik bestand aus Schmiedemaschinen, einer Schleifmaschine und 7 Feilenhaumaschinen für die verschiedenen Feilensorten. Später tauchte eine Maschine der Firma G. Pfaffenhoff auf, die dann von der Firma I. G. Peiseler gebaut wurde.

Etwa 30 Jahre lang baute die Firma G. Frowein & Co. Feilenhaumaschinen, die heute die verbreitetsten in Deutschland sind. Sie sind gemeinsam mit der Firma Béch  & Grohs entwickelt worden.

Die Haumaschine benötigt grundsätzlich die gleichen Glieder wie das Hauen von Hand, doch ist die Arbeitsverteilung eine andere insofern, als der Meißel mit dem Hammer fest verbunden ist und nur durch feste Führung genau gesicherte Auf- und Abwärtsbewegungen ausführt. Die von Zahn zu Zahn notwendige Längsverschiebung wird von der Feile ausgeführt, wobei ein durch Feder oder Gewicht belasteter Drücker die Feile fest auf der Unterlage hält.

Diese 3 Grundglieder, Hammer, Schlitten und Drücker, finden sich bei allen Feilenhaumaschinen wieder. Im Hammer sitzt der Meißel drehbar zur Einstellung des richtigen Hieb winkels. Aufwärts bewegt wird der den Meißel tragende Hammer durch eine Daumenscheibe, während er durch eine kräftige Druckfeder nach unten geschleudert wird. Der die Feile tragende Schlitten wird meist durch eine Schraubenspindel entweder ruckweise mittels Sperrwerk, wie in Abb. 14, oder auch fortgesetzt durch Riemenantrieb, wie in Abb. 15, bewegt. Die starke Leitspindel ist durch Bremse gesichert. Die ruckweise Bewegung ist für große Feilen mit breiten Hiebflächen die zweckmäßigere.

Der Schlitten muß sehr schwer sein, da er stärker beansprucht wird als bei

¹ Quelle siehe S. 4.

jeder anderen Werkzeugmaschine. Er ist je nach dem Hiebwinkel einstellbar. Der Drücker soll in unmittelbarer Nähe des Meißels aufliegen und nach allen Seiten leicht verstellbar sein, um der Feilenform leicht angepaßt werden zu können.

Nachstehende Forderungen müssen an eine gute Feilenhaumaschine gestellt werden:

a) Regelmäßiger Hieb, gute und sichere Meißelführung, einfache Handhabung, rasches Arbeiten.

b) Einstellung der Schlagstärke des Hammers durch Veränderung der Federspannung vor Beginn des Hauens, d. h. der Hiebtiefe, je nach Breite und Länge der Feile und Härte des Feilenmaterials.

Ferner: Regelung der Schlagstärke während des Hauens in mäßigen Grenzen von Hand, entsprechend der veränderlichen Feilendicke und Feilenbreite von der Angel zur Spitze.

c) Höheneinstellung des Hammers vor Beginn des Hauens, entsprechend der Feilendicke und Meißellänge.

d) Einstellung der Schlittengeschwindigkeit den verschiedenen Hiebarten entsprechend (falls man die feineren Feilen nicht auf kleineren Maschinen haut).

e) Bei Sondermaschinen für stark bauchige Feilen, insbesondere Raspeln: selbsttätige Regelung des Hauwinkels durch Schlittenkippen während des Hauens — dem bei bauchigen Feilen sich ständig ändernden Oberflächenwinkel entsprechend — zur Erzielung gleichmäßigen Spanwinkels.

Diese Forderungen sind heute bei allen Systemen verwirklicht, und zwar mit verhältnismäßig einfachen Mitteln. Die Schlagstärke wird durch Auswechseln der Druckfeder oder durch verschiedene Anspannen eingestellt und geregelt. Zur Regelung der Schlagstärke für die von der Spitze zur Angel sich ändernde Breite dient eine Schablone, von der aus die Spannung der

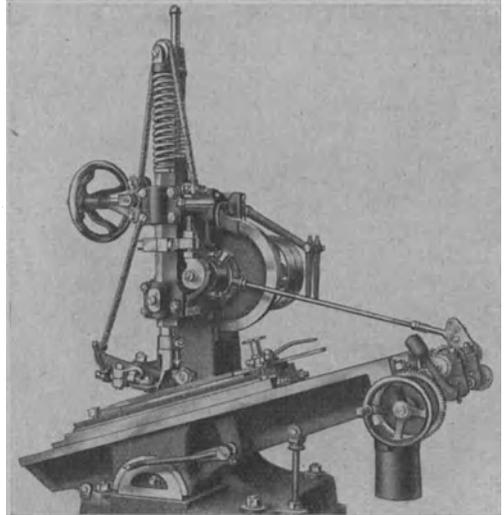


Abb. 14. Feilenhaumaschine mit ruckweiser Bewegung des Schlittens durch Sperrwerk, Bauart Frowein.

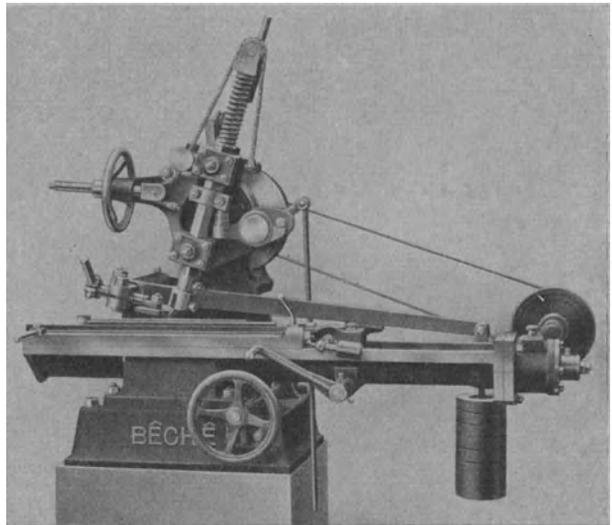


Abb. 15. Feilenhaumaschine mit fortlaufender Bewegung des Schlittens.

Feder durch Kette und Leitrolle geändert wird. Je nach der Feilenbreite werden die Schablonen ausgewechselt.

Der Meißel wird entsprechend der Feilenstärke und Meißellänge durch Versetzen des Hammers eingestellt. Kleine Unterschiede in der Meißellänge werden durch Einlegen von Blechstreifen zwischen Meißel und Meißelhalter ausgeglichen. Die Schlittengeschwindigkeit wird durch Auswechseln der Vorschubsperräder bzw. durch Änderung der Übersetzung eingestellt.

So ausgestattete Maschinen sind genügend anpassungsfähig, um gleichartige flache Feilen zu hauen. Zum Aufhauen von Halbrundfeilen ist außerdem noch eine Regelung des Hubes sowohl durch Fußtritt als auch selbsttätig erforderlich, und weiterhin eine schwenkbare Aufnahmevorrichtung für die Feile.

Feilenhaumaschinen machen je nach Größe 300÷1200 Umläufe bzw. Schläge i. d. min, bei kleinen Sondermaschinen geht man bis zu 1800 Schlägen. Einzelne Maschinen, z. B. solche zum „Kippen“ der Kanten von Sägefeilen, machen sogar bis zu 2200 Schläge. Der Kraftbedarf beträgt etwa 0,5÷1 PS. Eine 12'' Flachfeile mit Bastardhieb haut man zweckmäßig bei 600 Schlägen, d. h. für ihre zu hauende Länge von 11'', und bei 15 Hieben auf 1'' gebraucht man etwa 17 s Hauzeit. Die durchschnittliche Stundenleistung einer solchen Maschine beträgt aber infolge der Aufspann- und Regulierzeiten nur 45 Seiten. Für Nebenzeiten müssen im ganzen etwa 60% gerechnet werden; hierzu gehören: Stillsetzen des Hammers und des Schlittens durch Umlegen des Antriebsriemens auf die Losscheibe, Lösen des Drückers, Auswechseln der Feilen, Auslösen des Sperrwerkes und der Bremse, Zurückführen des Schlittens, Aufsetzen des Drückers, Wiedereinrücken und Hauen, außerdem Schleifen des Meißels.

Es gibt auch verbesserte Maschinen, bei denen die einzelnen Getriebe derartig miteinander verbunden sind, daß sie zusammen in beliebiger Reihenfolge durch ein einziges Organ betätigt und ausgeschaltet werden können. Auch kann der Schlitten unter Stillsetzung an bestimmter Stelle selbsttätig ausgeschaltet und zurückgeführt werden.

Eine Haumaschine (Bauart Peiseler) zum Hauen stark bauchiger Körper, besonders Raspeln, besitzt eine Hammerregulierung wie in Abb. 16 schematisch dargestellt.

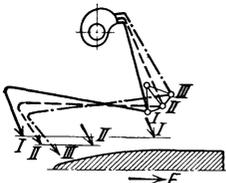


Abb. 16. Schematische Darstellung der Hammerregulierung einer Raspelhaumaschine, Bauart Peiseler.

Der Meißelhalter ist als Doppelhebel ausgebildet, der um den mit I, II und III rechts bezeichneten Zapfen schwingt. Der Übergang von Lage I und Lage II und III entspricht dem Hauen von der Angel zur Spitze. Dabei bewegt sich der Schlitten mit der Feile in Richtung des Pfeiles. Dadurch ändert sich die Hubhöhe des Meißels, bzw. die Meißelschneide senkt sich entsprechend der abnehmenden Dicke der Feile, und die Hiebteilung verringert sich, da der Meißel gewissermaßen der Feile nachläuft. Außerdem paßt sich die Meißelrichtung dem zugehörigen Feilenwinkel an. Durch diese Regulierung der Meißellage kann der die Feile tragende Schlitten einfach ausgeführt und sorgfältig gelagert werden.

Abb. 17 veranschaulicht den Meißelweg beim Hauen von Kabinettraspeln, wobei der Hieb absichtlich weit gesperrt wurde, um die Schaulinie auseinander zu ziehen. Die Nulllinie des Schemas ist eine Parallele zur Schlittenbahn. Die Schaulinie wurde mit der vorher beschriebenen Hammerregelung aufgenommen; sie zeigt die Änderung der Arbeitsbewegung des Meißels von der Angel nach der Spitze zu. Die Verbindungslinie der betreffenden Punkte gibt also die gehauene Raspeloberfläche wieder, während die oberen Umkehrpunkte vom Heben zum

Fallen den Punkt bestimmen, aus dem der Meißel niedergefallen ist. Der Abstand zweier Auftreffpunkte gibt den Zahnabstand in der Längsrichtung wieder. Die Tangente an dem unteren Ende der Fallkurve veranschaulicht den Hiebwinkel. Ein Vergleich dieser 3 Größen an der Angel mit denen an der Spitze zeigt:

1. daß der Hub von der Angel zur Spitze zur Erreichung geringerer Hiebtiefe um den Betrag a kleiner geworden ist;
2. daß die Hiebteilung von der Angel der geringeren Hiebtiefe entsprechend um die Größe b zugenommen hat;
3. daß die Hiebrichtung um den eingezeichneten Winkel schräger geworden ist in dem Maße, wie die Feilenoberfläche ihre Krümmung geändert hat.

Demgegenüber zeigt die nächste Schaulinie, welche Verhältnisse vorliegen, wenn der Drehpunkt des Hammers nicht reguliert wird. Die Wendepunkte, aus denen der Hammer herabfällt, liegen hier auf einer geraden, zur Schlittenbahn parallelen Linie. Der Hub nimmt infolgedessen um den Dickenunterschied der Feile zu, statt sich zu verringern. Die Hiebteilung bleibt gleichmäßig, und der Hiebwinkel wird relativ zur Feilenoberfläche größer, so daß der an der Angel richtigstehende Zahn an der Spitze fast nach hinten steht.

Die unterste Schaulinie zeigt, welchen Weg der Meißel gegenüber der Feile beschreibt, einmal wenn der Hammer ohne Hammerregelung eingestellt wird, und einmal, wenn der Meißel ohne zu hauen in höchster Lage auf der Daumenscheibe gehalten wird, während der Schlitten unter gleichzeitiger Regelung des Hammers bewegt wird. Hieraus erkennt man die Hubabnahme von der Angel zur Spitze.

Zum Hauen von Raspeln ist eine selbsttätige Querbewegung des Feilenschlittens vorhanden, die durch besondere Schaltwerke erzielt wird.

Sondermaschinen zum Hauen einer bestimmten Feilenart sowie von besonderen Raspeln, sind bedeutend einfacher gebaut. Auch zum Kantenkippen an dreikantigen Sägefeilen gibt es, wie schon erwähnt, Sondermaschinen.

Nachdem auf der Maschine eine Seite fertig gehauen ist, wird die zweite Seite auf einer Blei- oder Zinkunterlage weiter gehauen. Früher wurden nur Bleiunterlagen gebraucht. Das Blei kann sich jedoch in den Zähnen festsetzen und ist außerdem gesundheitsschädlich, zumal es durch das fortwährende Schlagen zermahlen wird. Trotzdem benutzen auch heute noch viele Hauer Bleiunterlagen. Zinkunterlagen müssen gut weich sein und nach einiger Zeit wieder sorgfältig durch Erhitzen weich gemacht werden, sonst können die Zahnfließe der fertigen Seite beim Hauen der anderen Seite abbrechen, und beide Seiten der Feile fallen ganz verschieden aus.

Runde Feilen können auch umlaufend gehauen werden, so daß eine ununterbrochene Spirale entsteht; dadurch ergibt sich eine genaue Rundung aber ein weniger scharfer Schnitt als bei absatzweisem Hauen.

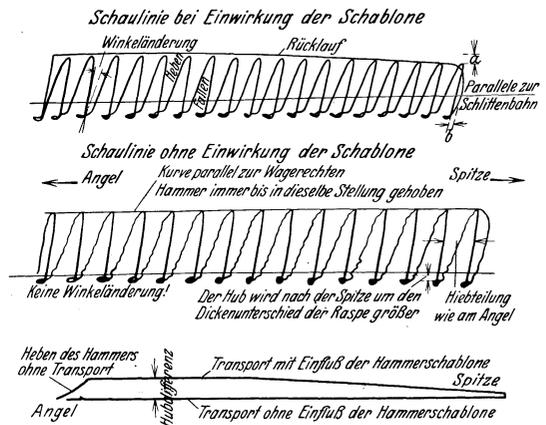


Abb. 17. Schematische Darstellung des Meißelweges beim Hauen von Kabinetrapseln, Bauart Peiseler.

3. Meißel. Die Meißel werden meist von Hand an umlaufenden Sandsteinen geschliffen. Abgezogen (Entfernen der Riefen und des Grates) wird auf einem Ölstein oder feinem Sandstein, ebenfalls von Hand. In größeren Betrieben wird vielfach auch schon maschinell geschliffen; hierfür werden gebrannte Schleifscheiben verwendet. Der Meißelhalter solcher Schleifmaschinen ist in jedem Winkel einstellbar. Maschinelle Einrichtungen zum Abziehen haben sich nicht bewährt.

Über die Winkel am Meißel von denen der Zahn der Feilen abhängig ist, wird zusammenhängend unter V. B. S. 35 zu sprechen sein.

4. Ersatz des Hauens durch andere Verzahnungsweisen. Über das Fräsen von Feilenzähnen wurde schon auf S. 10 gesprochen.

Hobelmaschinen zum Einhobeln des Unterhiebes mit einem Male haben sich nicht bewährt.

Schneiden der Feilen: Seit einigen Jahrzehnten ist von der Schweiz her das Schneiden bekannter geworden und wird für einige Feilensorten, besonders

für kleine, vielfach an Stelle des Hauens angewandt. Das Verfahren ist schon über 100 Jahre alt und wurde in Frankreich für feinste Feilen wahrscheinlich schon vor Beginn des 19. Jahrhunderts angewandt. Das Schneiden ist weder ein Hobeln noch ein Fräsen. Es wird ein vielfach gezahntes Werkzeug, die sogenannte Schneidfeile, über den vorgearbeiteten Feilenkörper geschoben. Die Schneidfeile räumt dabei Lücken, die dann das Fundament des Feilenzahnes bilden. Es findet also kein eigentliches Aufbäumen und kein richtiges Schneiden, sondern eine Art Eindringen statt. Beim Schneiden entsteht deshalb kein Fliem wie beim Hauen.

Der Vorgang ist im einzelnen verschiedenartig. In Amerika hält der Feilenschneider die zu schneidende Feile mit der linken Hand in einem Halter eingespannt und dreht sie nach Bedarf, während er mit der rechten Hand die



Abb. 18. Feilenschneidmaschine Bauart Frowein.

Schneidfeile führt, die in einem freischwingenden Rahmen ihm gegenüber befestigt ist.

In Deutschland werden Feilen folgendermaßen geschnitten: Die Feile ist in einem Spannkloben befestigt, und dieser wird in eine Art Gesenk gespannt. Die Schneidfeile wird mit beiden Händen in dem richtigen Winkel des Ober- und Unterhiebes über die zu schneidende Feile hin- und herbewegt.

Beide Verfahren erfordern außerordentlich viel Geschick und große Übung. Die Bewegung und der Druck müssen sehr gleichmäßig sein, um einen einwandfreien Schnitt zu erhalten.

Seit einiger Zeit sind auch Feilenschneidmaschinen ausgeführt worden, bei denen ein im Querschnitt dreieckiges Werkzeug, das an einer Schmalseite gezahnt ist, über den Feilenkörper hin- und hergeführt wird. Es wird durch eine Feder gegen die zu schneidende Feile gedrückt. Bei Halbrundfeilen macht es eine runde Kippbewegung. Auch bauchige Feilen können durch Auf- und Abwärts-

bewegen der zu schneidenden Feilen oder der Schneidfeile geschnitten werden. Abb. 18 zeigt eine Feilenschneidmaschine Bauart Frowein.

Schneiden der Feilen ist notwendig bei sehr feinen Hieben, die nicht gehauen werden können. Der Oberhieb wird nur bei kleinen Präzisionsfeilen bis zu 6'' geschnitten, sonst nur der Unterhieb, dagegen der Oberhieb gehauen. Bei runden $\frac{1}{2}$ S- und S-Feilen wird der Unterhieb immer geschnitten.

Das Schneiden ist etwas teurer als reines Hauen, aber geschnittene Feilen haben ein gutes Aussehen.

F. Härten und Richten, Reinigen, Ölen und Verpacken.

1. Härten¹. Für den Härtevorgang sind folgende Einzelstufen notwendig:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Einschmieren der Feile mit Härtemasse. | 4. Abschrecken. |
| 2. Erhitzen der Feile im Ofen. | 5. Anlassen der Angel. |
| 3. Richten der noch warmen Feile. | |

Die Härtemasse soll die Zahnspitzen im Ofen gegen Entkohlung schützen und ihnen noch Kohlenstoff zu führen. Bei Flußstahlfeilen (s. unter V. A.) macht diese Kohlenstoffzufuhr den Stahl überhaupt erst härtbar.

Meistens benutzen die einzelnen Fabriken hierfür Geheimmittel, deren Hauptbestandteile Holzkohlenstaub, Weizen- oder Roggenmehl, Zyankali, Blutlaugensalz sind, mit Zusätzen von Salmiak, Salpeter, Kolophonium, Leim, Glaspulver usw. Früher gebräuchliche stickstoffhaltige, organische Zusätze wie Pferdedung usw. dürften heute nur noch von ganz kleinen Feilhauern gebraucht werden. Nachstehend einige Rezepte für derartige Härtemassen:

20 Gewichtsteile Zyankali,	4 Gewichtsteile Salmiak,
20 „ gelbes Blutlaugensalz,	30 „ Holzkohlenstaub
5 „ Kalisalpeter,	

gemischt und mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt.

Besonderes Rezept für Härtung im Bleibad:

4 Gewichtsteile Zyankali,	1 Gewichtsteil Salmiak,
4 „ gelbes Blutlaugensalz	6 Gewichtsteile Weizenmehl,
1 Gewichtsteil Kalisalpeter,	24 „ Holzkohlenstaub.

Die Salze werden in reinem Wasser gelöst und gekocht, dann die Holzkohlen- und Mehlmischung mit dem Salzwasser vermengt.

Vor dem Einführen der Feile in den Ofen muß die aufgetragene Mischung vollkommen trocken sein.

Bei allen diesen Aufschmiermitteln reinigen die Salze die Feile; Blutlaugensalz, Salpeter, Kohlenstaub oder Klauenmehl wirken als Kohlungsmittel, das Mehl wirkt bindend. Alle Bestandteile müssen möglichst rein sein.

2. Erhitzen¹. Früher wurde meist im offenen gemauerten Koks- oder Preßkohlenofen erhitzt. Die Feilen lagen hierbei auf 2 eisernen Stäben und wurden mit einem über die Angel gesteckten Gasrohr eingelegt, umgewendet und herausgenommen. Ein Nachteil dieser Erhitzungsart ist, daß die Feile unmittelbar mit der Flamme in Berührung kommt, und daß bei Verletzung der Schutzschicht die feinen Feilenzähne entkohlt werden können. Außerdem kann die Temperatur eines derartigen Ofens nicht an allen Stellen gleichmäßig gehalten und nicht kontrolliert werden. In diesen Öfen erhält man deshalb leicht Feilen, die im ganzen oder an einigen Stellen — besonders an der Spitze — weich sind. Besser sind Muffelöfen, die durch Kohlenfeuerung oder noch besser durch die leichter regulierbare Gas- oder Ölfeuerung erhitzt werden. Der Nachteil der Entkohlungsgefahr fällt hierbei zum großen Teil weg, ungleichmäßige Erhitzung bleibt jedoch, wenn auch herabgemindert, bestehen. Ganz entkohlungsfrei können diese Öfen nicht arbeiten,

¹ Näheres siehe Heft 7 u. 8: Härten und Vergüten.

weil beim Öffnen der Tür und auch durch die Risse und Spalten immer atmosphärische Luft eintreten kann.

Die neueste Erwärmungsart, die für andere Zwecke allerdings schon seit längerer Zeit bekannt ist und von den Amerikanern für Feilen ebenfalls schon seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts gebraucht wird, ist der Bleibadhärteofen, der durch Gas, Öl oder elektrisch beheizt wird. (Koksfeuerung ist wegen der schlechten Regelbarkeit mangelhaft.) Das Füllblei muß möglichst rein sein und etwa alle $4 \div 6$ h mit Salmiak gereinigt werden. Die Temperatur des Bleies beträgt etwa $740 \div 750^\circ$ und kann bis auf 780° gesteigert werden, wenn auch Feilen aus Flußstahl mit etwas geringerem Kohlenstoffstahl zu härten sind; sie liegt also etwas oberhalb der Glühtemperatur. Selbstverständlich muß die Temperatur des Bades dauernd durch Pyrometer überwacht werden. Der Vorteil gegenüber dem offenen Feuer ist gute gleichmäßige Erhitzung der ganzen Feile. Überhitzung und Entkohlung durch Stichflamme, die beide ungenügende Härte ergeben, können nicht vorkommen. (Der gelegentlich gehörte Vorwurf ungenügender Härte scheint auf Fehler der betreffenden Bleiöfen, des Bleies oder der Handhabung zurückzuführen zu sein.) Die höheren Kosten (durch Bleiabbrand und Tiegelverbrauch) werden wieder eingebracht.

Die Erhitzungsdauer richtet sich nach der Größe der Feile. Im Bleibad ist sie am kürzesten.

Öfen mit Salzbadern versprechen einen weiteren Fortschritt auf diesem Gebiete.

3. Richten und Abschrecken. Nach dem Herausnehmen aus dem Ofen wird die rotwarne Feile auf 2 Bleiunterlagen mit dem Holzhammer, die größere mit dem Bleihammer gerichtet. Dies muß sehr rasch geschehen und erfordert große Übung, da die Feile sonst zu sehr erkaltet. Halbrunde Feilen müssen, um sich beim Abschrecken nicht krumm zu ziehen, vorher der zu erwartenden Krümmung entgegengesetzt gebogen werden — die dünnen weniger als die dicken —, so daß sie sich beim Abschrecken gerade ziehen. Feilen, die auf einer flachen Seite nicht gehalten sind, verziehen sich leichter als ganz gehauene. Ist die Feile beim Richten zu kalt geworden, muß sie noch einmal erhitzt werden. Besonders kleine Feilen, die in Reihen gemeinsam gehärtet werden, verziehen sich leicht, auch Aufhaufeilen, die in gemischten Posten verschiedener Stahlgüte angeliefert werden.

Als Abschreckbad dient gesättigte Kochsalzlösung in einem großen Troge (rohes Ei muß schwimmen).

Größere Feilen (über etwa 10'') werden meist einzeln und mit der Spitze nach unten eingetaucht, die halbrunden etwas schräg, flache Seite nach unten. Der Härter fühlt schon beim Eintauchen ins Abschreckbad, ob die Feile die Richtung behält. Durch geeignete Bewegung im Wasser nahe der Oberfläche drückt er solche Feilen in ihre Richtung zurück. Genügt das nicht, so bringt er die noch dampfende und im Kern heiße Feile in eine Kröpfvorrichtung, in der die Feile an der Spitze durch eine Rolle von oben gehalten wird, während die Angel über eine Auflage nach unten gedrückt wird; gleichzeitig wird eine Wasserbrause von der Spitze zur Angel geleitet. Das kommt für mittlere und große Feilen in Betracht.

Damit die Feilen leicht aus dem Abschrecktrog herausgenommen werden können, hängt man quer an einer Stange einen Drahtkorb oder Holzkasten hinein, der sie auffängt.

Richtige Einsatzhärtung kommt nur vereinzelt bei ganz großen Bezugsfeilen vor, und zwar besonders für Schienenbearbeitung. Solche Feilen sind lang und dünn und müssen möglichst federn, d. h. der Kern soll weich und die Oberfläche hart sein.

4. Reinigen. Nachdem die Feilen aus dem Abschrecktrog herausgenommen worden sind, werden sie unter reinem Wasser oder Ölemulsion mit einer Wurzel-

bürste, bzw. bei größeren mit einer Drahtbürste, von anhaftendem Schmutz gereinigt, dann mittels Dampfheizung oder ähnlich getrocknet. Teilweise ist auch Reinigen in Dampfsandstrahl mit nachherigem Spülen in Ölemulsion üblich. Mit Sandstrahl gereinigte Feilen werden oft als im „Sandstrahl nachgeschärft“ bezeichnet. Ein Schärfen der Feile tritt hierbei jedoch nicht ein, der Grat (Fliem) wird nur etwas zackiger. Der Druck des Reinigungsdampfstrahles beträgt $6 \div 8$ at, die Blasdauer $3 \div 5$ min, der Blaswinkel gegen den Rücken der Zähne $10 \div 30^\circ$. Der Dampfsandstrahl soll in Richtung des Oberhiebes wirken, damit die Zähne geschont werden.

5. Anlassen der Angel. Damit die Angel beim Gebrauch nicht abbricht, muß sie angelassen werden. Das geschieht im Bleibad bei etwa 450° ; abgekühlt wird sie dann in Öl. Statt Blei wird auch eine Blei-Zinnmischung (100 Teile Blei, 13 Teile Zinn) verwendet. Früher wurde viel im offenen Feuer angelassen; das mußte jedoch sehr vorsichtig geschehen, damit der Feilenhieb nicht beschädigt wurde.

Es kommt auch vor, daß die ganze Feile durch längeres Belassen in $80 \div 90^\circ$ heißem Wasser entspannt wird, jedoch ist das nicht allgemein eingeführt und kommt auch nur für einige ganz dünne Feilen in Betracht.

6. Oberflächenbehandlung. Das seit einiger Zeit stark propagierte Verchromen, das einen sehr harten und widerstandsfähigen Überzug ergibt, wurde wiederholt auch für Feilen versucht. Besondere Vorteile konnten dabei jedoch nicht festgestellt werden. Der feine Grat an den Spitzen der Feilenzähne wird zerstört, so daß die Feile nicht mehr so gut angreift wie eine nicht verchromte. Außerdem hält der Überzug an den stark beanspruchten Stellen nicht fest genug. Ob ein verbessertes Verchromungsverfahren Vorteile für die Feilen bieten kann, bleibt abzuwarten.

7. Ölen und Verpacken. Die Feilen werden leicht eingeölt und dann nach Größe in Kästchen mit dazwischen liegendem Papier gepackt oder ganz in Papier eingewickelt. Verschiedene Firmen unterscheiden den Hieb bei der Verpackung durch verschiedenartiges Papier, z. B. grau = Hieb B, blau = Hieb S.

8. An Fehlhärtungen kommen folgende Arten vor¹:

1. Alle Zähne zu weich. Gründe: Zu niedrige Härtetemperatur oder Oxydschicht nach dem Glühen nicht abgeschliffen oder unreines Blei oder unreine Anschmiermasse oder starke Randentkohlung beim Erhitzen zum Härten wegen abgefallener Anschmiermasse.

2. Weiche Stellen. Gründe: Ungleichmäßig gemischte Anschmiermasse oder ungleichmäßige oder zu starke Erhitzung und dadurch Randentkohlung beim Walzen, Schmieden und Glühen. Schlechtes und ungleichmäßiges Abschleifen.

3. Blei in den Zähnen. Gründe: Unreines Blei; Kohlenstaub in der Anschmiermasse zu grob oder unrein oder Unreinheiten in der Anschmiermasse.

4. Haarrisse. Gründe: Ungerade Schmiedung, Lunker im Stahl, Schleifrisse, die sich beim Härten erweitern, zu hohe Erhitzung beim Härten.

5. Verziehen. Gründe: Ungleichmäßiges Erkalten beim Abschrecken, z. B. bei einseitig gehauenen Feilen. Spannung im Feilenwerkstoff, entstanden durch zu starkes Richten nach dem Glühen oder durch das Hauen.

Im übrigen sind die letzten Einzelheiten des Härtevorgangs bei jedem Stahl andere, und kaum bei einem Werkzeug stellt das Härten eine so persönliche Kunst dar wie gerade bei der Feile.

IV. Aufarbeiten.

A. Sandstrahlen, Ätzen.

Verstopfte und dadurch stumpf gewordene Feilen können bis zu einem gewissen Grade durch das Sandstrahlen wieder gereinigt und damit wieder gebrauchsfähig gemacht werden.

¹ nach der S. 20 genannten Quelle.

fertig gemacht werden. Dieses Verfahren wurde schon im Jahre 1884 im „Handbuch der Feilenkunde“ von Wildner erwähnt. Die Form der Zähne wird hierbei zackiger. Nicht allzu sehr abgestumpfte Feilen sollen nach diesem Verfahren 3 ÷ 4mal nacheinander scharf geblasen werden, bevor sie frisch aufgehauen werden müssen. Das ganze Verfahren ist wohl weniger bei stumpfen als bei verschmierten Feilen anwendbar, bei denen der Sand vor allem den Schmutz aus den Zahnlücken entfernt. Bei zu langem Blasen wird in allen Fällen aus dem Schärfein ein Abstumpfen.

Neben dem Verfahren des Sandstrahlens wird immer wieder Propaganda für das Ätzen der Feilen gemacht.

Man verwendet dazu in der Hauptsache 10%ige Salpetersäure mit Zusätzen verschiedener Art; die Einwirkung dauert einige Stunden. Die Wirkungsweise ist ähnlich der beim Sandstrahlen. Die Säure entfernt in der Hauptsache den Schmutz; die Zahnform kann durch derartige chemische Einflüsse natürlich nicht in bestimmter Richtung geändert werden, d. h. wenn bei der ungereinigten Feile kein spitzer scharfer Zahn mehr vorhanden war, dann kann die Säure einen solchen auch

nicht erzeugen. Allerdings wird der Kopf des Zahnes durch die Säure etwas aufgeraut und zackig, und diese Stellen des Zahnes greifen natürlich zuerst etwas schärfer an, so daß man den Eindruck einer neuen Feile erhält. Schon nach kurzer Zeit aber verschwinden diese scharfen Stellen, und die Leistung der Feile sinkt rasch und stark ab. Abgebrochene Zähne werden natürlich durch die Säure noch stärker angegriffen als die nur abgestumpften, so daß sie tiefer liegen bleiben als die Spitzenfläche der Feile. Dadurch werden die höher stehenden Zähne beim Arbeiten stärker angegriffen und brechen leicht ab. Ganz besonders zeigt sich das bei Bastardfeilen, die beim Feilen stärker auf das Werkstück gedrückt werden, und bei denen die Spitzen überhaupt leichter abbrechen als bei Schlichtfeilen. Auf das Gefüge wirkt die Säure anders ein als der Meißel. Die Feile besteht aus gehärtetem Stahl mit martensitischem Gefüge, und dieser aus Ferrit, dem reinen Eisenkristall und der Verbindung Zementit (Eisenkarbid). Das weiche Ferrit wird von der Säure schneller angegriffen als das harte Zementit. Es wird von der Säure herausgefressen, und das harte Zementit bleibt stehen,

wodurch eben die Aufrauhung des Zahnes entsteht, die ihn scharf macht. Je nach der Art des Gefüges wird der Zahn also mehr oder weniger zackig. In Abb. 19 (1 und 4) ist die Wirkung der Säure auf den Feilenzahn schematisch dargestellt.

Will man sich mit einem einfachen Reinigen der Feilen begnügen, so kann man sie auskochen und hinterher in verdünnte Schwefel- oder Salpetersäure eintauchen (s. Abb. 19 1, 2 und 3). Danach werden sie in reinem bzw. Kalkwasser zur Neutralisation gründlich ausgewaschen. Auch Benzol oder Benzin wird für die Reinigung empfohlen, ebenso elektrolytisches Beizen oder Reinigen, das jedoch umständlich ist und kaum bessere Ergebnisse zeitigt. Alles in allem kann man sagen, daß ein sorgfältiges Reinigen verstopfter Feilen auch nicht viel billiger wird als ein Aufhauen, daß dieses aber bestimmt vorteilhafter ist.

B. Aufhauen.

Die beste Art des Aufarbeitens von Feilen ist das Aufhauen, das bei sorgfältiger Ausführung neuwertige Feilen liefern kann. Das gilt aber nur für gute Aufhauereien; viele dieser Betriebe sind sehr klein und primitiv eingerichtet: Pyro-



Abb. 19. Wirkung der Säure und des Reinigens auf den Feilenzahn.

meter sind noch unbekannt usw. Es kommen für das Aufhauen Feilen von 4'' oder 6'' an aufwärts in Betracht; kleinere Feilen aufzuhauen lohnt nicht, da sie meist nur in geringen Mengen vorhanden sind und nicht schnell abstumpfen, weil sie nur selten gebraucht werden. Eine Gegenüberstellung der Aufhaupreise zu den Neupreisen zeigt Abb. 20.

In Amerika werden nur verhältnismäßig wenig Feilen aufgehauen, meist nur die größeren Sorten. Das liegt vor allem daran, daß dort nur wenige große Feilenfabriken bestehen, während es in Deutschland sehr viele kleine Betriebe gibt, die alle Wünsche der Kundschaft erfüllen und in vielen Fällen nur vom Aufhaugeschäft leben.

Der Arbeitsgang beim Aufhauen ist ganz ähnlich wie bei der Herstellung neuer Feilen, nur muß hier die Glühbehandlung die der Feile vorher verliehene Härte aus der Feile entfernen. Vor dem Glühen wird die äußerste Spitze der Feile abgehauen, falls sie nach dem Schleifen und Neuhaben zu dünn werden würde.

Zu beachten ist, daß beim Aufhauen der Feilen nicht der gleiche Hieb aufgebracht werden muß wie vorher, so daß man in der Lage ist, seinen Feilenbestand durch das Aufhauen der vorliegenden Arbeit in gewissem Umfange anzupassen.

Durch das Aufhauen wird die Feile um etwa die doppelte Zahnstärke dünner, das sind $0,6 \div 3 \text{ mm} =$ (bei größerem Hieb) $8 \div 15\%$ der ursprünglichen Dicke. Der dadurch bedingte Gewichtsverlust beträgt bei größeren Armfeilen etwa $200 \div 300 \text{ g}$ je Stück (= etwa $7 \div 8\%$ des ursprünglichen Gewichts); bei mittelgroßen Armfeilen $150 \div 200 \text{ g}$ (= $9 \div 12\%$); bei Dutzendfeilen etwa $20 \div 120 \text{ g}$ (= $9 \div 18\%$). Der Gewichtsverlust ist besonders von der Geschicklichkeit des Schleifers abhängig, wobei zu beachten ist, daß zur Wahrung der guten Feilenform nicht nur die doppelte Zahnstärke, sondern je nach Form auch einiges vom Körper abgeschliffen werden muß. Weiterhin ist darauf zu achten, daß bis über die Angel abgeschliffen wird, so daß keine unschöne Wulst am Angelansatz entsteht. Daß die aufgehauenen Feilen kürzer ausfallen können, als sie waren, liegt in dem erwähnten Kappen der Spitze begründet.

Ganz große Feilen können, wenn sie von sehr geschickten Schleifern bearbeitet werden, bis zu 18mal aufgearbeitet werden; mittlere Feilen werden etwa $5 \div 6$ mal kleine $2 \div 3$ mal aufgehauen.

Eine besondere Schwierigkeit tritt beim Härten von Aufhaufeilen ein. In der Aufhauerei treffen Feilen aller möglichen Stahlsorten zusammen, deren Warmbehandlung die aufhauende Firma nicht genau kennt. Es muß deshalb beim Härten für derartige Feilen eine mittlere Härtetemperatur gewählt werden, die nicht immer die günstigste Härte ergibt. Deshalb verlangen große Verbraucherkfirmen, die nur eine bestimmte Feilenqualität führen, daß ihre Feilen gesondert aufgearbeitet und nicht mit den Feilen anderer Verbraucher vermischt werden, da dies häufig zu Verwechslungen und Herabsetzung ihrer Qualität führen müßte. Aus diesem Grunde sollten große Firmen auch nicht von dem Verfahren vieler Aufhauer Gebrauch machen, den durch das Aussondern nicht mehr aufhauwürdiger Feilen eintretenden Stück- bzw. Gewichtsverlust durch Nachlieferung anderer Feilen aufzufüllen. Diese mitgelieferten Feilen können und werden oft eine zweite Qualität darstellen und verderben so die Güte und Kontrollmöglichkeit des Feilenbestandes.

Bei der Abnahme von Aufhaufeilen ist besonders darauf zu achten, daß die

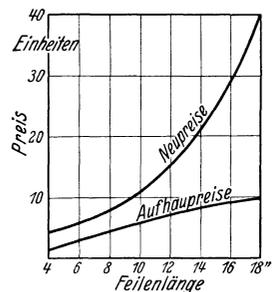


Abb. 20.
Vergleich der Aufhaupreise mit den Neupreisen.

Längenangabe der Rechnung mit den tatsächlich gelieferten Feilenlängen übereinstimmt, daß vor allem der Berechnung für das Aufhauen nicht die angelieferten Längen, sondern die abgelieferten zugrunde gelegt werden. Wird das erwähnte Abkappen der Feilenenden nicht berücksichtigt, so müssen erhebliche Überpreise gezahlt werden.

Einige Großfirmen und Behörden haben sich eigene Aufhauwerkstätten eingerichtet. Dieses Vorgehen hat jedoch keinen allgemeinen Eingang in die Industrie finden können; auch bei Großverbrauchern ist die Wirtschaftlichkeit eines solchen Eigenbetriebes gewöhnlich nicht nachweisbar.

Bezüglich des Stempeln der Aufhaufeilen vgl. Teil III D (S. 22). Außerdem sind die „Gütevorschriften für Aufhaufeilen“ (Abb. 28, b) zu beachten.

V. Gestaltung und Eigenschaften.

A. Werkstoff, Härte.

Früher wurde für alle normalen Feilen nur wasserhärter Tiegelgußstahl verwendet, an dessen Stelle heute meist Elektro- oder guter Martinstahl getreten ist. Alle diese wasserhärtenden Stähle werden im Handel als Feilengußstahl bezeichnet und die aus ihm hergestellten Feilen als „Extra-Feilen“. Bei dem steigenden Bedarf in neuerer Zeit werden für weniger hohe Gütegrade Feilen auch aus gewöhnlichem, weicherem Bessemerstahl hergestellt und eingesetzt. Hierzu gehören die billigeren Dutzendfeilen, kleinere Feilen (Schlüsselseilen) und Exportfeilen, die als „Prima-Feilen“ gehandelt werden. Feilen aus legierten Stählen heißen „Extra-extra“ (s. Tafel S. 7). Tiegelgußstahl kommt heute nur für wenige kleine Feilen in Betracht. Ein guter Feilengußstahl hat einen C-Gehalt von etwa $0,9 \div 1,5\%$, der für Prima-Feilen benutzte gewöhnliche Flußstahl hat nur etwa $0,45 \div 0,55\%$ C. Stahl für Sägefeilen hat etwa $1,5\%$ C. Stahl für Feilen liefern heute alle einschlägigen Stahlwerke in einwandfreiem Gütegrad. Extra- und Prima-Feilen können im neuen Zustand gleich hart sein, aber die letzteren sind weniger schneidhaltig, da nach Abnutzung der harten Einsatzschicht der weiche Kern zum Vorschein kommt; sie werden bei wiederholtem Aufhauen nicht mehr gut hart, reißen leichter und verziehen sich.

Die chemische Zusammensetzung der am meisten benutzten Feilengußstähle ist folgende:

C	0,9 \div 1,5%	P	0,02 \div 0,05%
Si	0,1 \div 0,25%	S	0,01 \div 0,04%
Mn	0,28 \div 0,6%		

Die verschiedenen Zusätze zum Feilenstahl beeinflussen seine Güte folgendermaßen: Silizium (über den üblichen Gehalt) steigert die Schneidfähigkeit; hoher Si-Gehalt macht aber den Stahl hart und spröde und begünstigt Kaltbruch. Mangan (über den üblichen Gehalt) erhöht die Härte und kann deshalb anstelle eines Teils des Kohlenstoffs treten. Feilenstähle haben meist einen höheren Mangan-gehalt als andere Werkzeugstähle (s. oben).

Phosphor macht den Stahl kaltbrüchig, beeinträchtigt dagegen die Warmbearbeitung nicht. Höchstgehalt $0,05\%$.

Schwefel macht den Stahl kaltbrüchig und bei höheren Gehalten auch rotbrüchig. Höchstgehalt $0,05\%$.

Chrom macht den Stahl hart und zäh. Es wird deshalb besonders den Sägefeilen, zum Teil auch den Schneideisen- und Probierfeilen (Härteprüffeilen) zugesetzt. Derartige Feilen sind jedoch sehr schwer zu hauen (vgl. S. 35). Empfohlen wird nicht über $0,7\%$ zu nehmen, da bei höheren Zusätzen eine gegenteilige Wirkung einzutreten scheint.

Wolfram in schwachen Zusätzen (etwa 1%) erhöht die Schneidhaltigkeit gegenüber unlegierten Stählen. Chrom und Wolfram zusammen wirken ähnlich.

Kupfer darf höchstens bis zu 0,1% vorhanden sein, da sonst zu leicht Härterisse entstehen.

Hochlegierte Stähle sind wegen ihrer schlechten Bearbeitbarkeit zur Feilenherstellung nicht geeignet. Die Zähne bäumen sich beim Hauen nicht genügend auf und die Meißel der Haumaschinen stumpfen zu schnell ab.

Reiner weicher Feilengußstahl muß ein nicht rauhes, gleichförmiges, milchiges Bruchgefüge haben und sich gut härten lassen. Er darf nicht kaltbrüchig sein und darf bei vorsichtiger Härtung keine Sprünge bekommen.

Die Brinellhärte guter Feilengußstähle beträgt $250 \div 300 \text{ kg/mm}^2$, die der gewöhnlichen Flußstähle $200 \div 230 \text{ kg/mm}^2$, die der Chromstähle $300 \div 400 \text{ kg/mm}^2$.

Über die Härte der Feilen ist vor allem zu sagen, daß eine gute Feile nie zu hart sein kann. Deshalb wird sie auch nie angelassen. Brechen die Zähne trotzdem frühzeitig oder zu leicht ab, so ist der Grund anderswo zu suchen. Meistens kommt dies vor, wenn mit neuen Feilen zu grob über scharfe Kanten, besonders bei Blechen, gefeilt wird (s. auch unter VII „Das praktische Arbeiten mit der Feile“ S. 48). Es kann aber auch sein, daß der Unterhieb zu tief geschlagen wurde. In diesem Falle wird das Fundament der Zähne zu schwach und bietet den Beanspruchungen nicht genügend Widerstand. Bei derartigen Feilen brechen größere Stücke der Oberfläche aus, und man hat den Eindruck, als ob die die Zähne tragende Oberfläche nicht fest genug mit dem Feilenkörper verbunden sei.

(Im übrigen siehe Teil VI „Prüfung und Gütevorschriften“ unter „Härte“ S. 43.)

B. Hieb.

1. Einhiebig und kreuzhiebig Feilen. Einige Feilensorten werden einhiebig, die meisten aber kreuzhiebig (= doppelhiebig) gehauen.

Bei den einhiebigen Feilen laufen die Einschnitte einer Fläche alle parallel zueinander. Hierher gehören die Feilen, die nicht stark angreifen sollen, vor allem die Feilen für gehärteten Stahl, also Sägefeilen nach Tafel S. 8. Diese sollen ganz besonders feine Späne abnehmen, da der zu schärfende Sägezahn sonst zittert. Der Kreuzhieb wäre zwar widerstandsfähiger, würde aber zur Abnahme so feiner Späne abwechselndes Arbeiten nach links und rechts erfordern, was hier nicht ausführbar ist. (Härte-Probierfeilen und Schneideisenfeilen dagegen haben einen leichten Unterhieb.) Ein weiterer Grund dafür, daß Sägefeilen gewöhnlich nur einhiebig ausgeführt werden, liegt in der Verwendung chromhaltigen Werkstoffes, der sich infolge seiner hohen Härte nur sehr schwer hauen läßt und bei dem ein Kreuzhieb schon zum Ausbröckeln der Zähne im weichen Zustand führen könnte (vgl. S. 34). Um die Späne noch zu verfeinern, liegen die Zähne etwas schräg, was in diesem Falle wegen allseitiger Führung in der Zahnücke nicht zu einem seitlichen Weglaufen führen kann. Für grobe Zähne (Brettsägen) kann die Sägefeile Kreuzhieb haben. Auch die Feilen für weiche Metalle (Zinn) oder Holz und Kork werden einhiebig mit leichter Schräge gehauen, und die Rücken runder, halbrunder und ovaler Feilen werden vielfach einhiebig geliefert, dieses aber nur für billigere Erzeugnisse.

Beim Kreuzhieb wird zuerst der Unter- oder Grundhieb geschlagen und auf diesen der Oberhieb aufgesetzt. Hierdurch werden die Einschnitte des Unterhiebes zum Teil wieder geschlossen. Der Oberhieb liegt dagegen offen. Der Unterhieb verläuft stets von links oben nach rechts unten, der Oberhieb von links unten nach rechts oben.

Kreuzhiebig gehauene Feilen greifen besser an als einhiebig, da die Zähne

des Oberhiebes sich durch die vorhergehende Unterbrechung der Fläche besser aufbäumen als wenn die Fläche glatt wäre, also schärfer werden. Außerdem bildet der Unterhieb das Fundament oder die Versteifung des Oberhiebes. Auch dringen die spitzen Zähne besser in den Werkstoff ein als lange schneidenförmige; sie brechen die Späne, die also leichter aus den Lücken fallen und sie erleichtern den geraden Strich der Feile.

Durch die Vereinigung von Unter- und Oberhieb entstehen einzelne rautenförmige Zähne mit stumpfem Angriffswinkel, dessen Scheitel zur Feilenspitze weist. Die Größe dieses Winkels ist abhängig von den beiden Hiebwinkeln, nämlich

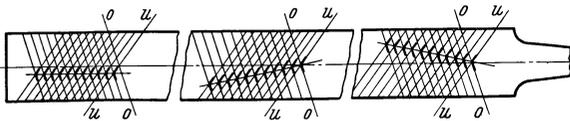


Abb. 21. Hiebteilung an Feilen¹.

gleich ihrer Summe, und schwankt zwischen etwa 110 und 130° (im Mittel etwa 120°). Er ist um so kleiner, je feiner der Hieb der Feile ist. Damit keine Riefen im Werkstück entstehen, dürfen die Zähne

nicht genau hintereinander liegen. Das hängt von der Hiebteilung ab und wird aus Abb. 21 klar.

2. Die Hiebwinkel. Bei der Beurteilung der Hiebwinkel ist zu beachten, daß die folgenden Angaben für Betrachten der Feile gelten, während die Winkel beim Arbeiten umgekehrt liegen!

Für den Unterhiebwinkel ist zu beachten, daß der Unterhieb, wie schon oben gesagt, die Versteifung des Oberhiebes ergibt, seine Schräglage also maßgebend für die Breite dieses „Fundaments“ und für die Unterteilung des Oberhiebes ist. Bei einem solchen massenmäßig hergestellten billigen Werkzeug empfiehlt es sich praktisch aber nicht, zu viele Arten auszuführen, zu beschaffen und vorrätig zu halten. Man nimmt deshalb den Unterhiebwinkel gewöhnlich gleich etwa 45° bis 54°, je nach dem herstellenden Werk; ähnlich müßte der Oberhiebwinkel von Rechts wegen der Art des zu feilenden Stoffes angepaßt werden. Etwa so:

Oberhiebwinkel für harten Stahl etwa 77°, Angriffswinkel der Zähne 122°,
 Oberhiebwinkel für weichen Stahl etwa 67°, Angriffswinkel der Zähne 112°,
 Oberhiebwinkel für Kupfer und Bronze etwa 55°, Angriffswinkel der Zähne 100°.

Aber auch in dieser Hinsicht ist eine Trennung der Werkstatffeilen nach dem Verwendungszweck kaum durchzuführen, und außerdem hält jeder Arbeiter die Feile



Abb. 22. Hiebtiefe der Feilenzähne¹.

etwas anders, so daß die wirksamen Winkel doch anders ausfallen. Deshalb macht ein führendes Werk den Unterhiebwinkel immer = 54°, den Oberhiebwinkel immer = 71° und erreicht damit gute Mittelergebnisse. Jedenfalls liegt der Unterhieb gewöhnlich schräger als der Oberhieb, d. h. der Hiebwinkel des Unterhiebes ist kleiner als der des Oberhiebes.

3. Die Zahnform. Durch den Meißel wird der Werkstoff der Feile eingekerbt und aufgeworfen. Nach Dick¹ ist bei Kreuzhiebfeilen das Aufwurfmaß a = Einkerbmaß e oder etwas kleiner (Abb. 22). Bei einhiebigen Weichmetallfeilen ist $a = 1,5 e$.

Die ganze Zahnhöhe ($a + e$) hängt von der Weichheit oder Härte des Feilenwerkstoffs, von seiner Glühung, der Meißelform und der Schlagkraft usw. ab. (Der Meißel wird der Werkstoffhärte entsprechend geschliffen, s. auch Abb. 26). Der Unterhieb darf nicht zu tief gehen (vgl. S. 35). Der Oberhieb muß stets tiefer gehen als der Unterhieb, denn er ergibt die eigentliche Schneide; der Unterhieb dagegen die Spanbrechernuten der Schneide, nicht aber umgekehrt. Im übrigen

¹ Siehe Dick, O.: Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte. Berlin: Julius Springer 1925.

gelten für die Hiebtiefe des Unterhiebes ähnliche Überlegungen wie nachher für die Hiebteilung angestellt werden. Auch hier aber hat die Praxis noch keine festen günstigsten Werte ermittelt. Im allgemeinen wird der gröber geteilte Hieb auch tiefer geschlagen.

Die Rückenlinie des Zahnes besteht aus zwei Teilen: einem unteren geradlinigen und einem oberen gekrümmten Teil. Ist die Krümmung zu stark, etwa nach Abb. 23, ist also die äußerste Zahnschneide nach hinten umgelegt oder „überworfen“, so ist die Feile unbrauchbar und kann allenfalls noch durch Sandstrahlen geschärft werden, wobei aber der feine Zahnfliem leicht zerstört, die Feile also für Messing unbrauchbar werden kann. Der Grund für diese Verzerrung der Zahnform kann in der zu stumpf geschliffenen oder nicht richtig abgezogenen Meißelschneide, oder in nicht rasch genug hochgezogenem Meißel bei schon weiterbewegtem Schlitten liegen. Andererseits kann durch andere Fehler der Fliem zu niedrig ausfallen, was auch nicht zulässig ist.



Abb. 23. Zu stark gekrümmter Feilenzahn¹.

4. Die Zahnwinkel. Die ideale Zahnform, wie wir sie von den mechanisch bewegten Schneidwerkzeugen der Metallbearbeitung her gewohnt sind, müßte den Abb. 24 und 25 entsprechen. Hier ist ein positiver Spanwinkel (Brustwinkel) vorhanden, der bekanntlich schneidet, nicht schabt, dafür allerdings leichter zum Bruch und rascher zur Abnutzung führt. Aber ein solcher läßt sich durch Hauen nicht leicht herstellen, da die Feile bei dem erforderlichen schrägen Hauen wegrutschen würde. Dazu kommt, daß der Zahn um so stärker aufgeworfen wird, der Fliem also um so ausgebildeter wird, je größer die der Zahnbrust zugekehrte Meißelschräge ist. Der Spanwinkel kann allerdings durch einseitige (= „einwatige“) Ausbildung des Hauenmeißels (Abb. 26, ganz rechts) nach der positiven Seite beeinflußt werden. Das tut man z. B. bei Bronze feilen.

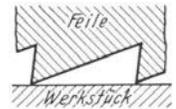


Abb. 24. Idealer Feilenzahn¹.

Ein derartiger Meißel hat aber gegenüber den üblichen gleichseitigen Nachteile, z. B. geringere Standfestigkeit. Das Hauen damit ist also unwirtschaftlicher für den Hersteller. Beim Fräsen der Feilenzähne ist ein positiver Spanwinkel leichter zu erzielen (vgl. S. 11). (Raspeln können ohne Schwierigkeiten mit positivem Spanwinkel gehauen werden.) Bei gehauenen Feilen muß man

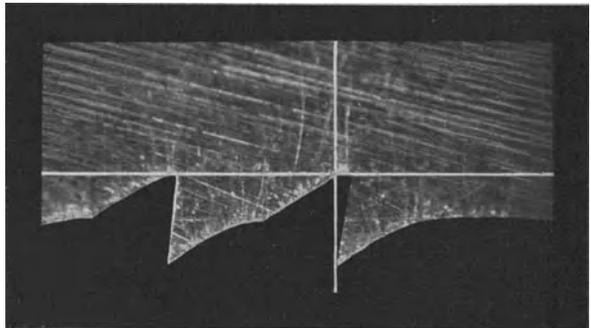


Abb. 25. Mikroskopische Aufnahme eines idealen Feilenzahnes¹.

also mit einem gewissen negativen Winkel an der Spanfläche rechnen (etwa $8 \div 20^\circ$), also eine größere Kraft aufwenden, als die ideale Feile erforderte. Nach der Ansicht vieler Fachleute soll übrigens der Spanwinkel bei gehauenen Feilen keine große Bedeutung für Leistung und Kraftverbrauch haben. Diese Ansicht hat manches für sich. Bei Maschinenwerkzeugen, z. B. Drehstahl, fällt dem Spanwinkel die Aufgabe zu, das Abfließen des Spanes zu erleichtern. Dies ist um so wichtiger, je dicker der abfließende Span ist. Bei dünnen Spänen kennt die Metallbearbeitung vielfach sogar negative Spanwinkel, z. B.

¹ Siehe Dick, O.: Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte. Berlin: Julius Springer 1925.

beim Schaben, wo als Hauptforderung die lange Schneidhaltigkeit auftritt. Bei der Feile aber greifen so viele Zähne an, daß die einzelnen Späne immer sehr dünn ausfallen. Außerdem aber arbeitet die Feile gar nicht mit der gehauenen Spanfläche, sondern mit dem aufgeworfenen Teil, der immer etwas zurücksteht, der also auch dann keinen oder einen negativen Spanwinkel (Brustwinkel) hat, wenn der eigentliche Spanwinkel selbst positiv ist.

Die wirtschaftlichste Größe des Zahnlückenwinkels (= Meißelwinkel) wurde noch nicht bestimmt.

Zu beachten ist, daß der Spanwinkel der meisten Feilen mit „Schuß“, d. h. bauchiger Form, sich nach den Enden zu ändert, wenn die Feile maschinengehauen ist, falls man keine Sondermaschine verwendet (vgl. S. 26); beim Handhauen dagegen hält man den Meißel nach den Enden zu schräger, und die Zahnlücken erhalten damit die gleiche Schräglage zur Oberfläche.

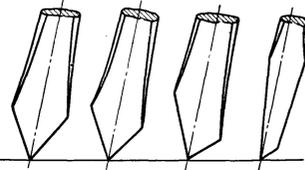


Abb. 26. Verschiedene Formen von Feilenhaumeißeln¹.

5. Die Hiebteilung.

Feilen für Stahl müßten etwas feiner gehauen sein als solche für Guß, Bronze, Weißmetall usw. Praktisch gilt hierfür aber ähnliches wie für die Hiebwinkel: man kann nicht für jeden Werkstoff besondere Feilen vorrätig halten, ebenso wie man ja auch für Bronze usw. nicht immer breitere Feilen nimmt als für Stahl, obgleich das sehr gut zugänglich

wäre. Gewöhnlich bezieht man deshalb für Stahl gehauene Normalfeilen und benutzt sie soweit erforderlich in neuem Zustande (d. h. solange die Zähne noch ihren Fließ haben) für Messing und Bronze. Nur für ständigen Gebrauch auf Gelbmetall schafft man besondere Bronzehiebfeilen an, über die auf der nächsten Seite gesprochen wird. Zu beachten ist, daß der Zahn sich bei gröberen Teilungen mehr aufwirft, also einen stärkeren Fließ erhält als bei feineren.

Für die verschiedenen Hiebgrößen gibt es Bildtafeln, die aber nicht ganz eindeutig sind, da die Größen gleicher Bezeichnung je nach der Feilengröße wechseln. Zum Beispiel:

Feilenlänge	4"	12"	20"
Hieb Nr.	Hiebzahl auf 1 cm (Oberhieb)		
1	18	11	7
4	42	24	17
6	60	40	32

Abb. 27 zeigt Kurven für den Oberhieb, die auch diesem Faktor Rechnung tragen.

Für den Unterhieb werden gewöhnlich keine Werte angegeben, aber die Unterhiebteilung ist von großer Bedeutung, da der Unterzahn, wie gesagt, das Fundament für den Oberzahn bildet. Bei den üblichen Feilen ist der Unterhieb stets feiner als der Oberhieb, damit der Zahn genügend Stoff hat, um nicht auszubrechen. Das ist besonders für das Schlichten nötig und erspart das Einkreiden, wobei der feine Unterhieb noch den Vorteil bringt, daß sich die Zahnlücken nicht so leicht verstopfen und die Arbeitsfläche sauber ausfällt, und zwar auch bei grobem Oberhieb. Die Feile beißt also mehr und hat eine größere Lebensdauer. Ein Nachteil eines überfein geteilten Unterhiebes besteht darin, daß der wenig unterbrochene Oberhieb die geradlinige Führung des Werkzeuges in Frage stellt: die Feile läuft seitlich weg. Das kann man dadurch aufheben, daß man den Oberhieb flacher — häufig sogar wesentlich flacher — legt als den Unterhieb. (Die umgekehrte Winkellage wäre allenfalls für SS-Feilen und einfache Putzarbeiten zulässig; bei genauen Arbeiten würden solche Feilen zu stark weglafen.) Außerdem sind die feiner gehauenen Feilen teurer. Solche Feilen stellt man besonders als Schlichtfeilen für Bronze her; sie lassen sich aber auch als Schlichtfeilen für Stahl ver-

¹ Siehe Dick, O : Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte. Berlin : Julius Springer 1925.

wenden. (Als Schruppfeilen für Stahl sind sie nicht vorteilhaft, weil das „Fundament“ des Oberhiebs zu schwach ist, die Feilen also entweder weniger leisten oder bald stumpf werden.)

Ist der Unterhieb größer als der Oberhieb, so ist die Zahnfront länger, die Feile schneidet also kräftiger. Das läßt sich aber nur auf Feilen für weichere Stoffe anwenden, und bei diesen nur für das Schruppen und hat den Nachteil des seitlichen Weglaufens, was wieder durch entsprechende Winkellage ausgeglichen werden müßte. Diese Hiebart findet auch Anwendung auf Messerfeilen und Brettsägefeilen, also zwei in der Arbeitsrichtung geführte Feilenarten. Bei beiden ist der Unterhieb größer als der Oberhieb (aus dem gleichen Grunde, weshalb die Dreikant-sägefeile überhaupt keinen Unterhieb hat). Die sogenannten Drehbankfeilen, die heute allerdings nur noch geringe Bedeutung haben, da das Schlichten mit der Feile auf der Drehbank meist durch Schleifen ersetzt ist, sind ähnlich ausgeführt wie die Bronzehiebfeilen. Der fast gerade gesetzte Oberhieb verhütet hier besonders das seitliche Weglaufen der Feile, das leicht zu Verletzungen Veranlassung geben kann.

Härteprüfefeilen oder Probierrfeilen, auch Diamantfeilen genannt, erhalten einen fein geschlagenen Unterhieb und einen fast rechtwinklig zur Feilenachse geschlagenen Oberhieb. Ähnlich werden die zum Schärfen von Schneid-eisen bestimmten Schneid-eisenfeilen ausgeführt (vgl. S. 35).

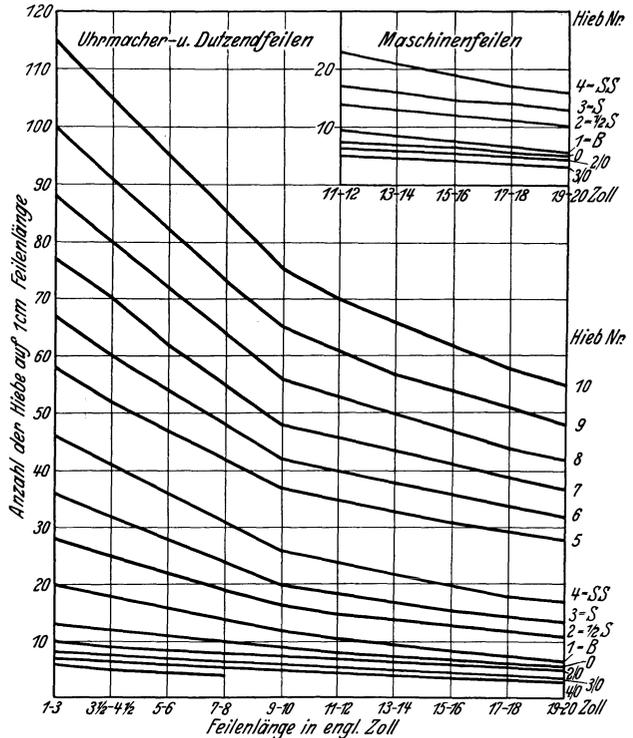


Abb. 27. Kurven für den Oberhieb¹.

Wellenförmiger Hieb entsteht, wenn die Teilung des Unterhiebes nicht gleichmäßig ist, sondern periodisch enger und weiter wird, um die abgefeilte Fläche noch feiner zu unterteilen, d. h. zu zerspanen, als mit einer normal gehauenen Feile möglich, und damit Riefenbildung zu vermeiden. Er wird erreicht durch Anbringen einer besonderen Ovalscheibe auf der Haumaschine und ist erstmalig im Jahre 1878 von zwei Amerikanern eingeführt worden. Solche Feilen geben, wenigstens in der Hand des Anfängers, eine etwas glattere Feilfläche. Der geübte Feiler wird dies jedoch auch ebenso gut, vielleicht sogar noch besser, mit einer normal gehauenen Feile erreichen, da er nicht einfach geradlinig feilt, sondern bekanntlich kleine Seitenbewegungen ausführt. Der angeblich kleinere Seitendruck der Wellenhiebfeile scheint bedeutungslos zu sein. In der Praxis hat sich der Wellenhieb jedenfalls nicht recht einführen können; lediglich beim Feilen von Aluminium

¹ Siehe Dick, O.: Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte. Berlin: Julius Springer 1925.

und anderen Leichtmetallen läßt sich feststellen, daß die Späne etwas leichter herausfallen. Bei Messing und Stahl ist dies nicht der Fall. Einen geringeren Kraftaufwand scheinen die Wellenhiebfeilen auch nicht zu erfordern. Es können natürlich auch die Oberhiebe in ihrem Abstand periodisch wechselnd voneinander und die Unterhiebe gleich gehauen werden. Eine derartige Feile sieht jedoch nicht gut aus und wird deshalb nicht gern gekauft, zumal der technische Vorteil nicht bedeutend ist.

An dieser Stelle soll auch noch der sogenannte Vernaz-Hieb erwähnt werden. Er wird mit einem gezahnten Meißel in einem Hieb gehauen, ist also nicht kreuzhiebzig. Der Eindruck eines Doppelhiebes entsteht lediglich durch die Zahnung des Meißels. Die Leistung dieser Feilen ist geringer als die der normalen. Sie könnten billiger sein als die normalen, da eine Hauoperation fortfällt, sind es aber meist nicht.

Außer den im vorstehenden genannten Hieben kennt man in der Feilenfabrikation noch den Raspelhieb. Dieser besteht aus einzelnen Vertiefungen mit aufgeworfenem Grat, der zwischen den Zähnen einen größeren, nicht behauenen Teil des Feilenkörpers frei läßt. Je zerstreuter die Zähne, desto besser. Jede Zahnreihe ist gegen die vorhergehende versetzt, meist sind die Zahnverbindungslinien gerade, sie können aber auch wellig sein. Dies war früher, als noch ausschließlich mit der Hand gehauen wurde, sehr schwer gleichmäßig zu machen und wurde einwandfrei nur von ganz geübten Hauern fertiggebracht. (Der Brustwinkel bei Raspelzähnen wurde schon auf S. 37 erwähnt. Die Raspeln haben weniger Hiebstufen als die normalen Feilen; die gröbste hat auf 1 cm² 3 ÷ 4, die feinste bis 90 Zähne.) Der gröbste Hieb wird besonders für Marmorraspeln verwendet, Holzraspeln erhalten meist Bastardhieb; Möbel- und Bildhauerraspeln erhalten Schlicht- oder Doppelschlichthieb. Da Raspeln fast durchweg für weiche Stoffe gebraucht werden, sind sie auch nicht so hart wie die Feilen und oft auch nicht aus gutem Feilengußstahl, sondern aus Bessemerstahl („Prima Qualität“) hergestellt.

Man zählt die Zähne parallel zur Feilenachse (an der Kante) und gibt die Zähnezahl bei uns auf 1 cm Feilenlänge oder auch noch in Zollmaß an. Im Auslande zählt man vielfach senkrecht zum Unter- und Oberhieb und bezieht die Zähnezahl auf 1" Länge. Bei uns beginnt man mit Nr. 000 und zählt bei Präzisionsfeilen bis Nr. 10. Die feinsten Hiebe (8 ÷ 10) der Präzisionsfeilen kann das bloße Auge nicht mehr erkennen (Nr. 8 ist dreimal so fein als SS). Die größten Armfeilen haben 4 ÷ 5 Hiebe auf 1 cm, die feinsten Uhrmacherfeilen bis 120! (Man kann sogar noch 140 hauen; hierbei werden die feinen Meißelschneiden aber zu rasch stumpf.) Die Anzahl der Feilenzähne auf 1 cm² beträgt bei den größten Armfeilen etwa 20, bei den feinsten Uhrmacherfeilen bis 13000! (vgl. S. 5). Der feinste von Hand zu hauende Hieb ist der dreifache Schlichthieb (SSS), darüber hinaus setzt der Maschinenhieb ein.

In Schlossereien, Maschinenfabriken und ähnlichen Betrieben kommt man mit 5 Hiebarten (ganz grob, grob, Bastard, halbschlicht, schlicht, doppelschlicht) aus, die feinmechanischen Werkstätten brauchen außerdem noch den dreifachen Schlichthieb.

6. Welche Flächen werden gehauen? Flachfeilen werden im allgemeinen auf beiden Flachseiten und auf einer Hochkante gehauen; diese nur einhiebzig, was genügt, weil mit ihr fast nie allein gearbeitet wird. Sie dient vielmehr nur zur Unterstützung der Flachseiten beim Arbeiten gegen Bündel, Ecken usw. An den Kanten sind die meisten Feilen nicht gehauen. Nur bei solchen Feilen, bei denen diese die Hauptarbeit zu leisten hat, z. B. bei Sägefeilen, wird sie mit einem einfachen Hieb versehen oder „gekippt“.

VI. Prüfung und Gütevorschriften.

A. Was wird geprüft?

Prüfung heißt heute für die weitaus meisten Feilen: praktische Erprobung in der Werkstatt. Es ist dies durchaus verständlich, wenn man berücksichtigt, wie schwierig eine objektive Feilenprüfung in Form einer Abnahmeprüfung ist. Wenn eine Feile in einem Betrieb praktisch geprüft wird, dann sollte es jedoch nicht so ausgeführt werden, daß man dem Arbeiter die Feile in die Hand gibt und ihn fragt, ob sie gut oder schlecht ist; sondern es sollte ein festes Schema ausgearbeitet werden, nach dem untersucht werden muß. In diesem Untersuchungsschema müßte vorgeschrieben werden, daß mit den zu vergleichenden Feilen genau gleiche Werkstoffe bearbeitet werden, daß sich beide Feilenarten in gleich neuem Zustand befinden, und daß sie mit gleicher Sorgfalt rein gehalten werden müssen. Für den Vergleich der Feilen nach dem Gebrauch genügt dann nicht nur die Besichtigung mit dem bloßen Auge; es müßte hierfür mindestens ein einigermaßen gutes Mikroskop benutzt werden, mit dem die Zähne und ihre Abnutzung verglichen werden.

Nun sprechen aber bei jeder Betriebserprobung so viele persönliche Momente mit, daß ein planmäßiges, gut durchüberlegtes und durchaus praktisches Abnahmeverfahren, das die einzelnen Eigenschaften möglichst getrennt feststellt, von großem Vorteil ist und von allen neuzeitlichen Betrieben mit großem Feilenverbrauch eingeführt werden sollte.

Voraussetzung für eine derartige Abnahmeprüfung sind eingehende Gütevor-

AEG WHA	Gütevorschriften für Feilen.	Sorte D 156 n bis D 196 n
<p style="text-align: center;">a) Neue Feilen.</p> <p>Material: Guter Gußstahl mit mindestens 1÷1,3% Kohlenstoff für gewöhnliche Feilen und mindestens 1,5 % Kohlenstoff für Sägefeilen. Schneideisen- und Probierfeilen müssen auch Chrom enthalten. Schwefel soll möglichst fehlen.</p> <p>Härte: Zähne müssen bei kräftigem Überstreichen vom Rücken her ausbrechen. Beim Anschneiden mit einem 60÷62° Rockwell harten Probierstahl müssen alle Feilen angreifen. Schneideisen- und Probierfeilen sollen noch etwas härter sein.</p> <p>Ausführung: Maße: Nach DIN bzw. nach Bestellung. Form: Gut gerade, schlank und schön geformt, Angelansatz sauber. Risse: Nicht zulässig. Hieb: Völlig fehlerfreier und regelmäßiger Ober- und Unterhieb auf ganzer Länge. Zähne tadellos schnittig. Auch Schlichtfeilen müssen hohe Spanleistung besitzen, dürfen sich nicht zustopfen und müssen einwandfreie saubere Oberflächen ergeben.</p> <p>Stempelung: Herkunftszeichen (besonders mitgeteiltes Lieferantenzeichen) auf einer Hochkante der Angel.</p> <p style="text-align: center;">b) Aufhaufeilen.</p> <p>Härte, Ausführung wie für neue Feilen. Auch bei vorher verschliffenen Feilen muß die richtige Querschnittform herauskommen; insbesondere müssen halbrunde Feilen tadellos in der Form sein.</p> <p>Zu dünn gewordene Vorderenden sind zu kappen.</p> <p>Diejenigen stumpfen Feilen, die so gerissen sind, daß für tadellose Qualität nach dem Aufhauen nicht eingetreten werden kann, sind vorher auszusondern, nicht zu verarbeiten und zurückzuliefern. Hierzu gehören alle Feilen mit Querrissen und solche mit erheblichen Längsrissen. — Feilen, die wider Erwarten bei der Verarbeitung Querrisse bekommen, gehören mit zu diesem Ausschußposten.</p> <p>Feilen, die während der Verarbeitung Längsrisse erhalten, sind als 2. Qualität zu kennzeichnen.</p> <p>Stempelung: Zeichen der Aufhaufirma auf dem Spiegel.</p>		

Abb. 28. Gütevorschriften der AEG für neue und aufgehaune Feilen.

schriften, die jeder Feilenherstellung zugrunde gelegt werden und die dem Lieferanten genau formuliert angeben, was der Abnehmer von der Lieferung erwartet. Abb. 28 zeigt die Gütevorschriften der AEG für neue und aufgehaue Feilen.

Vor Beginn der Erprobung müssen selbstverständlich die zu untersuchenden Feilen auf ihre Zahnform und ihre Härte geprüft werden. Es genügt auch nicht, nur eine oder zwei Feilen einer Lieferung vorzunehmen, sondern es müssen mehrere Feilen gleicher Art untersucht werden. Nachstehend ein Abnahmeschema für die Untersuchung der Feilen durch Augenschein, Handmessung usw. und für die Feststellung der Schneidhaltigkeit. Eine Prüfung der Spanleistung und der damit zusammenhängenden Momente ist hierin nicht berücksichtigt, weil es wichtiger erscheint, sämtliche Voraussetzungen zu bestimmen, von denen die Spanleistung abhängt, also die Besonderheiten der schneidenden Zähne der Feile. Eine Anleitung für die Bestimmung der Spanleistung anhand der Schneidhaltigkeit (= Abstumpfungszeit) folgt weiter unten unter Feilenprüfmaschinen.

Abnahmeschema für Feilen.

1. Zu bestimmen durch Augenschein, Handmessung usw.:
 - a) Hieb: Größe, Lage, Zahl von Ober- und Unterhieb, Zahnwinkel (Schneidenwinkel und Aufsatzwinkel beim Hauen), Herstellung und Zustand des Hiebes; geschnitten oder gehauen, Schärfe des Meißels, Tiefe des Hiebes, Regelmäßigkeit der Hiebe, Schnittigkeit, Entfernbarkeit der Späne.
 - b) Form: gut gerade bzw. rund, elegant, Angelansatz, Spitze usw.
 - c) Härte: Zähne müssen bei kräftigem Überstreichen mit hartem Stahlstück vom Rücken her ausbrechen¹. Beim Anschneiden mit einem C 60–62° Rockwell-harten Probiertahl müssen alle Feilen angreifen¹. Schneideisen- und Probiertahlfeilen sollen noch etwas härter sein.
 - d) Risse.
 - e) Schwefelgehalt.
 - f) Gewicht und Abmessungen.
2. Zu bestimmen durch Prüfeinrichtung:
 - g) Schneidhaltigkeit.

B. Wie wird geprüft?

1. Hieb. Zur Bestimmung des Hiebes ist zunächst dessen richtige Lage festzustellen, wozu man die üblichen Winkelmesser verwendet. Die Schneidwinkel der Zähne können mit derartigen Instrumenten jedoch nicht gemessen werden, da die Schneidflächen nicht immer eben, und die Zähne zu klein sind, so daß man die Meßwerkzeuge nicht anlegen kann. Diese Winkel müssen deshalb geschätzt oder durch Augenschein mit einem Winkelmesser verglichen werden. Hierzu, sowie zur Kontrolle des sonstigen Zustandes des Hiebes, benutzt man am besten ein zweiäugiges (binokulares) Mikroskop. Dieses hat gegenüber dem gewöhnlichen (monokularen) vor allem den Vorzug größerer Tiefenschärfe, so daß man den ganzen Feilenzahn voll überprüfen kann. Eine Vergrößerung von etwa 40fach genügt hierbei vollkommen. Außerdem ist bei zweiäugigen Mikroskopen das Gesichtsfeld meist größer als bei einäugigen, was die Beurteilung ebenfalls wesentlich erleichtert. Vor allem aber ist das körperliche Sehen derartiger Mikroskope bei einem so undurchsichtigen, aus dicht gedrängten Zähnen bestehenden Werkzeug von großer Bedeutung.

2. Die Schnittigkeit der Feile wird meist unter dem Mikroskop beurteilt werden. Der Praktiker prüft sie gern mit einem Fingernagel, den er leicht über die Feile streichen läßt. Ist der Zahn bzw. der leichte Fliem des Zahnes nicht scharf genug, so gleitet der Fingernagel, andernfalls merkt man deutlich den Angriff. Da eine derartige Prüfung natürlich sehr stark über die Fingernägel hergeht und deshalb nur gelegentlich vorgenommen werden kann, so empfiehlt es sich bei der Prüfung größerer Stückzahlen hierfür einen Knochen zu benutzen. Da alle diese Verfahren

¹ Vgl. S. 43 unter 5.

jedoch sehr subjektiv sind, so hat man versucht, sie zu mechanisieren. Zu diesem Zweck kann man zwei Wege einschlagen: bei einem Apparat liegt die Feile waagrecht, und ein Prüfstück von genau festgelegtem Stoff, Form und Oberflächenbeschaffenheit wird leicht daraufgesetzt. Dann wird die Kraft gemessen, die notwendig ist, um das Stück aus seiner Ruhelage zu bewegen. Bei dem zweiten Apparat wird die Feile schräg angeordnet und langsam steiler gestellt, wobei festgestellt wird, bei welchem Winkel das aufgelegte Prüfstück zum Rutschen kommt. Beide Versuche haben jedoch zu keinem praktisch brauchbaren Ergebnis geführt, da ein ganz geringes, nicht sicht- und meßbares Vorstehen eines einzelnen Feilenzahnes (wie dies bei gewöhnlichen Feilen immer vorkommt) eine einhakende Wirkung auf das Prüfstück ausübt und damit den Beginn des Rutschens verzögert, also die Feile als besser erscheinen läßt, während dieser eine Zahn die praktische Brauchbarkeit der Feile durchaus nicht steigern kann. Außerdem ändert jede Abweichung der Feilenfläche von einer genauen Ebene (z. B. die Bauchigkeit) das Ergebnis, und endlich wird bei derartigen Prüfungen nur der Fließ des Feilenzahnes untersucht, während die Feile nach Abnutzung des Fließes beim praktischen Gebrauch einen ganz anderen Charakter erhalten kann. Deshalb wurden beide Prüfverfahren wieder verlassen. Vgl. hierzu die Prüfung mit dem Probiertahl unter Punkt 5.

3. Entfernbare Späne. Es wird hierbei mit der Feile auf die verschiedensten Werkstoffe gefeilt und festgestellt, ob die Späne durch leichtes Aufschlagen, durch Bürsten mit Borsten oder Drahtbürsten oder durch Messingblech entfernt werden können. Auch hierbei sind wieder gute Vergleichsfeilen notwendig.

4. Die Form der Feile. Hierfür sind keinerlei Meßinstrumente notwendig. Gegebenenfalls kann man hierfür einige besonders gut ausgeführte Feilen als Vergleichsmuster bereit halten.

5. Härte. Mehr Schwierigkeit bietet die Prüfung der Härte. Unter Punkt c (S. 42) wurde die Probe des Ausbrechens der Zähne erwähnt. Man kann dazu die Bruchprobe einer guten abgebrochenen Feile verwenden. Die Zähne dürfen sich auf keinen Fall umlegen.

Einen besseren Aufschluß über Härte und gleichzeitig Schnittigkeit liefert die gleichfalls unter Punkt c erwähnte Prüfung mit Probiertahl. Diesen fertigt man sich am besten selbst aus alten, ganz gehärteten Bügelsägeblättern an, die man in richtiger Härte sorgfältig aussucht. Auf Einhaltung der oben angegebenen Härtegrade ist besonders streng zu achten. Die Prüfung erfolgt so, daß die Feile auf einen Tisch aufgelegt, an der Angel mit der linken Hand gehalten, und dann der Probiertahl mit der rechten Hand quer zum Oberhieb über die Feile gestrichen wird. Der Probiertahl wird ziemlich flach gehalten und nicht zu fest gegen die Feile gedrückt. Der Stahl muß hierbei anbeißen, d. h. kleben bleiben. Rutscht er ab, dann ist die Feile zu weich, denn das Rutschen entsteht dadurch, daß die Zähne sich umgelegt haben, ohne den Probiertahl anzubeißen. Ein besonderes Augenmerk ist hierbei auf die Spitzen der Feilen zu legen, da diese erfahrungsgemäß oft sehr weich sind, während der Hauptteil der Feile genügend hart ist.

Ist kein Feilenprobiertahl zur Hand, so kann man zur Not auch ein gut hartes Messer für die Prüfung benutzen. Hierbei muß man jedoch bedenken, daß Messer besonders stark „kleben“, da sie im allgemeinen etwas weicher sind als die Probiertähle.

Gute Dienste leistet bei der Härteprüfung ein Mikroskop zur Feststellung ob die Zähne umgelegt wurden oder ausbröckelten (s. S. 42 unter 1). Es genügt ein einäugiges, besser ist jedoch auch hier ein zweiäugiges.

Wenn sich auch ein richtiges Bild erst dann ergibt, wenn die Feile an mehreren

Stellen auf Härte geprüft wurde, so wird man sich doch meist mit wenigen kleinen Prüfstellen begnügen müssen, da eine Feile, deren Härte an zu vielen Stellen geprüft ist, für manche Zwecke, z. B. für die Messingbearbeitung, nicht mehr ganz vollwertig ist.

Im Zusammenhang mit dem Probiertahl soll hier auf einen vielstufigen Härteprüfer, den in Abb. 29 gezeigten, vom Verfasser angegebenen Härteprüfstab der Firma Richard Weber & Co., D.R.P. a. hingewiesen werden, der auch zur Härteprüfung von Feilen benutzt werden kann. Bei diesem liegen die verschiedenen Härtegrade (Rockwellgrade) hintereinander auf einem Stück Rundstahl. Die hauptsächlichste Verwendung des Apparates ist die Feststellung der Härte von Schneidwerkzeugen mittels der Feile, auf die wegen ihrer großen Wichtigkeit für den Betrieb und auch für das Anwendungsgebiet der Feilen an dieser Stelle etwas näher eingegangen werden soll.

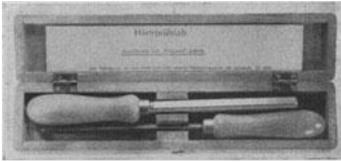


Abb. 29. Härteprüfstab des Verfassers.

Trotz aller in den letzten Jahren auf den Markt gekommenen Härteprüfapparate ist die Anfeilprobe bei der Härtebestimmung für viele Zwecke die einfachste und praktisch zuverlässigste, denn es kann an der richtigen Stelle geprüft werden, es entsteht kein starker Druck und keine Beschädigung am Werkstück. Die gewöhnliche Probe, die darin besteht, daß nur mit einer Prüfefeile angefeilt wird, ist jedoch nicht fehlerfrei, weil auch der beste und erfahrenste Fachmann nicht immer dasselbe Gefühl in der Hand hat. Deshalb dient der Härteprüfstab mit seinen verschiedenen Härtegraden zum Eichen dieses Handgefühls. Außerdem wird die Abstumpfung der Feile in gewissem Maße ausgeglichen. Zunächst wird mit der Prüfefeile an der Stelle des Prüfstabes angefeilt, die der verlangten Härte des Werkstückes entspricht; dann wird das Werkstück angefeilt. Ist das Widerstandsgefühl in beiden Fällen das gleiche, so hat das Prüfstück die richtige Härte; wenn nicht, so sucht man rechts oder links von der ersten Stelle des Prüfstabes die der Werkstückhärte entsprechende Stelle. Die hier aufgeätzte Ziffer gibt die Rockwellhärte an.

Selbstverständlich läßt sich ein solcher Prüfstab auch umgekehrt zur Untersuchung von Feilenhärten verwenden.

(Bei allen Härteprüfungen mittels Feile stumpft das Werkzeug verhältnismäßig rasch ab. Es wurde deshalb vom Verfasser vor einiger Zeit versucht, Prüfefeilen aus dem bekannten Hartmetall „Widia“ herzustellen, aber ohne Erfolg, weil die Feilenzähne nicht mit genügender Schärfe geschnitten werden konnten. Ob dies bei Verbesserung des Hartmetalls bzw. seiner Form- und Schleifmethoden möglich sein wird, soll dahingestellt bleiben.)

6. Risse und Schwefelgehalt. Auf Risse könnte mikroskopisch, auf Schwefelgehalt chemisch geprüft werden; für die Kurzprüfung, um die es sich praktisch bei der Abnahme immer handelt, genügt aber das einfache Verfahren des Anschlagens. Dieses wird in der Weise ausgeführt, daß die Feile nach unten hängend zwischen zwei Fingern an der Angel gehalten und dann mit einem Stahlstab angeschlagen wird. Eine gute Feile gibt hierbei einen hellen, glockenartigen Klang. Hat die Feile Risse, so gibt sie überhaupt keinen Klang, bei zu starkem Schwefelgehalt klingt sie dumpf.

7. Prüfung der Schneidhaltigkeit und der Spanleistung. Hierfür sind eine ganze Reihe von Prüfverfahren entwickelt worden. Besonders bekannt geworden ist die Feilenprüfmaschine von Herbert, die den Handvorgang des Feilens angenähert nachahmt, jedoch ohne Querverschiebung der Feile von Hub zu Hub. Sie wurde

vor etwa 20 Jahren mehrfach eingeführt, es erwies sich aber, daß die Werte der Maschine mit denen des praktischen Gebrauchs nicht übereinstimmten. Feilen, die für erstklassig gehalten wurden, lieferten auf der Herbert'schen Maschine ungünstige Ergebnisse, und Feilen, deren allgemeine Beschaffenheit gleichartig war, wiesen auf der Maschine große Abweichungen in der Schneidfähigkeit auf. Die Maschine ergab vielfach ungünstigere Gebrauchswerte als die Hand. Das lag daran, daß die Arbeitsfläche des Prüfwerkstücks wegen der fehlenden Querverschiebung glatt werden konnte, so daß die Feile nicht mehr angriff, obgleich sie noch nicht stumpf war. Deshalb wurde die Maschine von Herbert durch Professor Ripper von der Universität Sheffield so abgeändert, daß die Feile bei jedem Hub eine etwas andere Lage zum Prüfstab erhielt.

Die so verbesserte Herbert'sche Prüfmaschine (Abb. 30) arbeitet folgendermaßen: Die Feile wird mit zwei Haltern auf einem bewegten Tisch festgespannt. Das Prüfwerkstück, dessen Querschnitt sich nach der Schneidfähigkeit der zu prüfenden Feile richtet, ruht in waagerechter Lage auf Rollen und wird gegen die Feile so durch ein Gewicht gepreßt, daß die Feile das Ende des Stückes bearbeitet. Der Druck beträgt etwa $2,5 \text{ kg cm}^2$. Beim Rückwärtshub wird die Feile mittels eines Kupplungshebels vom Werkstück abgehoben. Erschütterungen und Gleiten der Feile werden durch schwere, auf dem beweglichen Tisch befestigte Gewichte, die auf das hintere Ende der Feile wirken, verhindert.

Die Registriervorrichtung, die an der Maschine angebracht ist, besteht aus einer großen Trommel mit Millimeterpapier. Diese Trommel dreht sich sehr langsam und gestattet das Verzeichnen von Linien parallel zur Grundlinie, die der Anzahl der von der Feile ausgeführten Hubbewegungen entsprechen. Eine Bewegung des Schreibstiftes rechtwinklig dazu gibt den Betrag des abgefeilten Werkstoffes an.

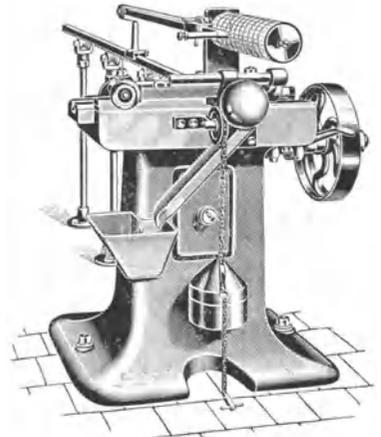


Abb. 30. Verbesserte Herbert'sche Prüfmaschine.

Die beiden Bewegungen erzeugen eine Kurve, aus der die Stärke des abgescherten Werkstoffes und die Anzahl der hierzu benötigten Feilenhübe zu ersehen ist. Die Krümmung der Kurve läßt die Größe der Schneidwirkung, die Schärfe der Feilenzähne und die Abnahme der Feilenschärfe erkennen. Ist die Feile stumpf, so verläuft die Linie parallel zur Grundlinie der Trommel. Soweit sind die Maschinen von Herbert und Ripper einander gleich. Die Verbesserung von Ripper besteht nun darin, daß die Feile von Hub zu Hub verschoben wird, zu welchem Zweck die beiden Enden der Feile nicht festgespannt werden sondern in Kugelgelenken ruhen, mit deren Hilfe eine geringe Richtungsänderung eines Feilenendes zum anderen erzielt wird. Die Feile wird bei jedem Rückwärtshub bewegt, so daß sie beim folgenden Arbeitshub eine andere Stelle angreift.

Die Ergebnisse der Versuche mit der Ripper'schen Maschine sind besser als die mit der Herbert-Maschine. Es fanden Versuche mit je 40000 Hüben statt. Eine Ausdehnung der Versuche bis zum völligen Stumpfwerden ist nicht ratsam; es empfiehlt sich vielmehr, die Versuche so lange fortzusetzen bis die Schneidkraft der Feile auf ein Viertel der normalen Leistungsfähigkeit gesunken ist.

Alle bekannten Feilenprüfmaschinen — darunter auch eine vor etwa 20 Jahren

in einigen Exemplaren verkaufte Maschine deutscher Herkunft nach dem Vorbild der englischen — ahmen grundsätzlich die hin- und hergehende Handbewegung nach. Hierbei ist aber von einer vollen Nachahmung des Handvorganges keine Rede, da die Querbewegung des Handfeilers nur unvollkommen mechanisiert werden kann. Außerdem führt Kieselbildung, also Verstopfung der Feile, unweigerlich zu einer rapiden aber nur scheinbaren Leistungsabnahme, die der Handfeiler durch einfaches Aufklappen der Feile auf ihre Kante so rasch aus der Welt schafft,

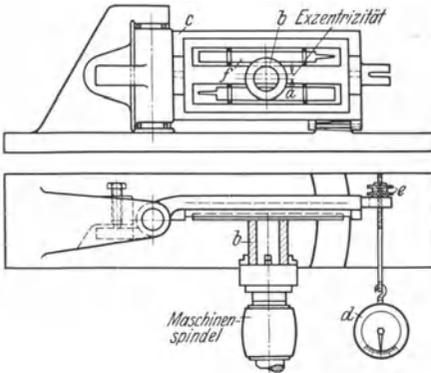


Abb. 31. Ausführungsformen der Feilenprüfmaschine des Verfassers nach DRP 410 511.

daß sie sich gar nicht auswirkt. Dazu sind die Feilen gewölbt und liegen deshalb nicht ständig satt am Versuchsstück an. Es muß ferner mit peinlichster Sorgfalt darauf geachtet werden, daß der Werkstoff der Prüfstäbe gleichmäßig ist. Härtere oder weichere Stellen können zu Kieselbildung und Abfall der Leistung führen, obwohl die Feile durchaus noch nicht stumpf ist. Die gleiche Wirkung kann eintreten, wenn ein Tropfen Öl auf die Feile gelangt. Selbst ein Berühren der Feile mit öligen Fingern, was beim Einspannen sehr leicht eintreten kann, beeinflußt das Ergebnis sehr ungünstig für die Feile.

Wie groß die Verschiedenheiten der Prüf-

ergebnisse sein können, geht aus Angaben der Praxis hervor, nach denen die zweite Seite einer Feile eine dreimal so lange Lebensdauer aufwies wie die erste (ohne daß der auf S. 27 erwähnte Herstellungsfehler vorlag) und gelegentliche Leistungs-

unterschiede bis zum 20fachen eintreten können, während das Mittel etwa 4fach ist. Die Maschinen arbeiten außerdem langsam, da immer nur ein Halbhub ausgenutzt wird und man jedesmal nur eine einzige Feile ausprobieren kann. Es handelt sich also nicht eigentlich um Kurzversuche, wie die Abnahme sie erfordert. Nachteilig ist ferner, daß sich für den Vergleich nur der abgefeilte Werkstoff in einer bestimmten Zeit ergibt,

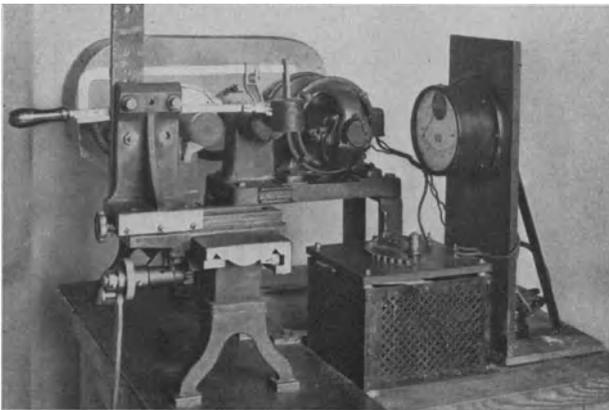


Abb. 32. Feilenprüfmaschine des Verfassers (ingerichtet zum Prüfen von Sägeblättern).

der aber nicht allein für die Güte der Feile maßgebend ist. Viel wichtiger ist, daß nach einer bestimmten Zeit, während der stets der gleiche Arbeitsdruck oder die gleiche Energie aufgewandt worden ist, der ganze Zustand der Feile mit dem einer Normalfeile verglichen wird. Endlich wird die Versuchsfeile auf den beschriebenen Maschinen auf ganzer Länge unbrauchbar. Hieraus erklärt sich die Tatsache, daß derartige Maschinen nie rechte praktische Bedeutung erlangt haben.

Der Verfasser hat deshalb versucht, die Aufgabe in anderer, neuartiger Weise zu lösen. Diese Maschine — nach dem mittlerweile erloschenen D.R.P. Nr. 410511 — kehrt den Arbeitsgang um, d. h. die Feile steht fest, und das Werkstück bewegt sich. Das Werkstück führt hierbei keine hin- und hergehende, sondern eine ununterbrochene Drehbewegung aus, erfordert also keinen Rückgang, sondern arbeitet ständig gegen die Zähne. Daß hierbei nicht eine geradlinige, sondern eine gekrümmte Bahn beschrieben wird, ist unerheblich. Um die Querbewegung hervorzubringen, wird die Drehbewegung mit einer Exzenterbewegung vereinigt und dadurch eine weitgehende Annäherung an den wirklichen Arbeitsvorgang herbeigeführt, so daß die Ergebnisse ein Spiegelbild der praktischen Betriebsbewährung der Feilen darstellen.

In Abbildung 31 ist *a* die zu prüfende Feile *b* der Prüfzylinder, der exzentrisch in dem Futter einer Bohrmaschine, Fräsmaschine oder Drehbank aufgenommen ist. Zu dieser exzentrischen Aufspannung kann ein Sonderfutter dienen, man kann aber auch ein normales Zwei- oder Dreibackenfutter benutzen, bei dem man eine oder zwei Backen um einen oder mehrere Gewindegänge versetzt hat, so daß das Futter exzentrisch spannt. Der Prüfzylinder besteht aus einem besonders gleichmäßigen Stahl. Er arbeitet mit der Stirnfläche gegen die Feile und berührt sie somit bis zum Ende gleichmäßig. Die Feile *a* ist auf einem Hebel *c* gelagert, und zwar am besten unter Einschaltung einer Unterlage (Blei, Leder o. ä.). Die Feile kann von Hand oder durch ein Gewicht oder durch eine Federwaage *d* gegen das Arbeitsstück angedrückt werden, deren Druck der Größe, der Form und dem Hieb der Feile angepaßt werden kann. Die Belastung darf nicht zu groß sein und die größtmögliche Betriebsbelastung nicht so sehr übersteigen, daß die erzielten Versuchswerte ihre praktische Übertragbarkeit verlieren. Gegenüber der zu prüfenden Feile *a* ist eine Vergleichsfeile *f* aufgespannt, deren Eigenschaften bekannt sind. Diese beiden Feilen sind auf einer Unterlage, sich gegenseitig anpassend, befestigt, so daß sie beim Feilen (auch bei etwas verschiedener Stärke der Feilen und nach einseitiger Abnutzung) gleichmäßig an dem Arbeitsstück anliegen. Die Musterfeile braucht man zur Erlangung von Normwerten oder zur Kontrolle der gleichmäßigen Festigkeiten der einzelnen Prüfzylinder. Für die weiteren, mit dem gleichen Arbeitsstück zu prüfenden Feilen braucht man dann die Musterfeile *f* nicht mehr, sondern kann an ihrer Stelle eine zweite Feile *a* einspannen, so daß nunmehr zwei Feilen gleichmäßig geprüft werden. Man kann die Normalfeile auch in besonderem Arbeitsgang abstumpfen.

Nach einer gewissen, aus einer Tabelle für die verschiedenen Feilensorten zu entnehmenden Zeit — etwa 5 min — werden die Feilen ausgespannt und der Zustand der Prüffeile mit dem der Musterfeile verglichen. Dies kann durch einfache Betrachtung der abgestumpften Zähne (am besten unter dem zweiäugigen Mikroskop) oder durch Messung der verringerten Dicke der Feile erfolgen. Außerdem kann auch durch Ablesen am Amperemeter die fortschreitende Abstumpfung verfolgt werden. Man kann dabei einen bestimmten Abfall der Stromstärke als Maß für die zulässige Abnutzung festlegen.

Ein Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß man nicht die Feile auf ganzer Länge, sondern nur ein verhältnismäßig kleines Stück abstumpft, so daß der übrige Hauptteil verwendbar bleibt.

(Abb. 32 zeigt, wie man die gleiche Maschine benutzen kann, um Sägeblätter zu prüfen. Man kann hierzu einen vollen Zylinder anstelle des Hohlzylinders verwenden und die zu prüfenden Sägeblätter sowie das Mustersägeblatt auf einer

Seite oder auf beiden Seiten des Zylinders anbringen. Hierbei läßt man den Zylinder einfach rundlaufen. Eine derartig kombinierte Feilen- und Sägeprüfmaschine arbeitet seit Jahren in dem Prüfraum des Zentraleinkaufs für Werkzeuge der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

VII. Das praktische Arbeiten mit der Feile.

A. Handhabung und Zubehör.

Abgesehen von einigen wenigen Arten, wie zum Beispiel der Sägefeile, ist die Feile ein Werkzeug, das im Gegensatz zu manchen anderen Werkzeugen seine Form nicht unmittelbar auf das Werkstück überträgt.

Die Feile arbeitet Flächen jeglicher Art an, ohne diese Flächen selbst aufzuweisen. Was man von ihr verlangt ist eine zweckmäßige Form, d. h. eine derjenigen Formen, die sich in jahrhundertlangem Gebrauch als gut herausgebildet haben. Die Formen sollen nicht durch Werfen beim Härten verdorben werden. Nur dann hat man das richtige Gefühl, um beispielsweise mittels einer bauchigen Arm- oder Handfeile eine genau ebene Fläche zu feilen.

Hieraus geht hervor, daß ein Zeitalter, das maschinenfertige Werkstücke verlangt, ein derartiges Werkzeug auf solche Gebiete zurückdrängen mußte, die das Maschinenwerkzeug nicht erfassen kann.

Obwohl die Feile eines der einfachsten Werkzeuge ist, das sich in jeder kleinsten Werkstatt, auch in der armseligsten Dorfschmiede findet, ist ihre richtige Handhabung so schwierig, daß eine lange Zeit notwendig ist, sie restlos zu erlernen und zu verstehen. Richtiges Feilen ist die Grundlage für die meisten Berufe in der Metallindustrie. Mit zu den ersten Arbeiten, die der junge Lehrling bei seinem Eintritt in die Werkstatt bekommt, gehört, eine Fläche gerade zu feilen. Richtig erlernt hat er es jedoch erst nach mehrjähriger Praxis.

1. Abnutzung der Feile. Bevor die eigentlichen Feilregeln genannt werden, sei der Abnutzungsvorgang betrachtet.

Normal nutzt sich die Feile in dreifacher Art ab: Zunächst brechen die feinen Grate (Fliem) der Zähne ab. Um dies hintanzuhalten, feilt man mit den neuen Feilen zweckmäßig zuerst Messing oder Bronze, später nach dem Abbrechen der Grate Eisen und Stahl. Um zu verhindern, daß sich abgebrochene Grate in den gefeilten Stoff drücken, kann man die neuen Schlichtfeilen vor dem Gebrauch mit Kreide oder Öl bestreichen, was aber nur für Eisen und Stahl und zähe Leichtmetalle gilt. Drehbankfeilen brauchen ebenfalls nicht mit Kreide eingerieben zu werden, da ihr Hieb ähnlich wie der Bronzehieb ausgeführt ist (vergl. S. 39). Das Einreiben der Feile verringert die Leistung, kommt also nur in Betracht, wenn die Sauberkeit der Arbeitsflächen am wichtigsten ist, also beim Feinschlichten. Das eingetrocknete Öl ist durch Ausbürsten der erwärmten Feile zu entfernen.

Späterhin stumpfen die Zähne allmählich ab, wie bei jedem anderen Schneidwerkzeug auch. Daß man diesen Vorgang nicht unvernünftigerweise beschleunigen soll (etwa durch Befeilen verzunderter Werkstücke) ist selbstverständlich.

Außerdem aber brechen Zähne aus, und zwar besonders dann, wenn man sehr harten Werkstoff, unterbrochene Flächen, Kanten usw. feilt. Das ist ein natürlicher Vorgang und spricht, wenn bei sachgemäßem Arbeiten die Zähne nicht gerade wegfliegen, nicht gegen die Güte der Feile. Die Feilenzähne sind nun ein-

mal glashart, und mehr als ein Biegemoment bestimmter Größe halten sie nicht aus. Der einzelne Zahn spielt — zumal beim Schruppen — angesichts der ungeheuer großen Zahl von Einzelzähnen keine große Rolle, und dazu erhält der stumpf gewordene Zahn durch das Abbrechen wieder scharfe Kanten, schneidet also bei fortschreitendem Abstumpfen der Feile wieder. Aber man muß durch vorsichtiges Feilen versuchen, dieses Abbrechen möglichst gering zu halten; vor allem auch dadurch, daß man zum Kantengeilen keine neuen Feilen verwendet.

2. Feilregeln. Der Schraubstock soll nach einem alten Erfahrungssatz so hoch sein, daß seine obere Backenkante mit den Ellenbogen berührt werden kann, wenn die geballte Faust am Kinn des Arbeiters liegt. Man findet in den Werkstätten sehr oft tiefer liegende Schraubstöcke, an denen man sich beim Arbeiten stark bücken muß. Die Leistungsfähigkeit wird hierdurch stark herabgemindert.

Die Größe der Feile richtet sich selbstverständlich nach der Größe des Arbeitsstückes, nach der Menge des wegzunehmenden Werkstoffes, und nach der verlangten Sauberkeit. Es ist zwecklos, zum Schlichten einer kleinen Fläche von einigen cm² eine 20'' Schlichtfeile zu benutzen. Wird viel Werkstoff weggenommen, so muß zuerst mit einer großen Strohfeile vorgefeilt werden, dann mit einer mittleren Vorfeile bis ungefähr auf Maß und zuletzt mit einer Schlichtfeile geschlichtet werden.

Die Feile soll so festgehalten werden, daß der gewölbte Teil des Heftes am Handballen fest anliegt. Der Zeigefinger liegt nur bei kleinen Feilen obenauf. Die Feile wird — falls nicht gerade „geschrotet“ wird — vor allem mit den Armen, nicht mit dem Oberkörper hin- und herbewegt. Der zu stark pendelnde Oberkörper bringt eine Bogenbewegung in die Feile und eine Wölbung in die Arbeitsfläche.

Die Füße sollen beim Feilen fest stehenbleiben. Das rechte Knie bleibt durchgedrückt. Aus Abb. 33 gehen die Einzelbewegungen beim Vorwärtsstoßen und Zurückziehen der Feile hervor. Am Anfang des Vorstoßens steht der Körper in Ausfallstellung unter einem Winkel von etwa 10° nach vorn geneigt. Das erste Drittel des Vorstoßes erfolgt durch den Oberkörper; der rechte Arm bleibt so weit wie möglich nach hinten angezogen. Hierbei neigt sich der Körper bis zu etwa 15° nach vorn. Erst dann beginnt der Arm vorzustoßen und vollendet den Vorschubweg, wobei sich der Oberkörper nur noch sehr wenig — etwa bis zu 18° — nachneigt. Dann geht der Körper zurück und damit auch die Feile. Abb. 34 (der gleichen Quelle entnommen) zeigt die Stellung der Füße beim Feilen.

Die Leistung des Feilenden ist natürlich in hohem Maße von der Hubzahl abhängig. Zu geringe Hubzahl ergibt zu geringe Leistung, zu hohe ermüdet zu rasch. Durch praktische Versuche haben sich Hubzahlen von 45 ÷ 55 i. d. min., unabhängig von der Körpergröße, als am günstigsten erwiesen. (Auf Feilmaschinen

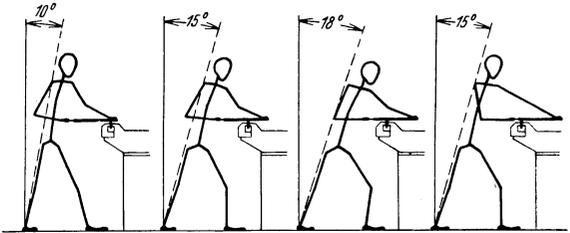


Abb. 33. Einzelbewegungen beim Vorwärtsstoßen und Zurückziehen der Feile¹.

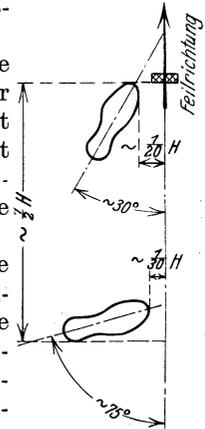


Abb. 34. Stellung der Füße beim Feilen¹. Als Legende. H Körpergröße.

¹ Krupp'sche Monatshefte, Mai 1926.

pflegt man mit mittleren Arbeitsgeschwindigkeiten von $20 \div 25$ m/min zu arbeiten.)

Der Druck, den ein gelernter Schlosser auf eine mittelschwere Feile und auf mittelharten Werkstoff ausübt, wurde zu $15 \div 18$ kg (Höchstdruck etwa 22 kg) ermittelt. Dieser Druck ist die Resultierende aus Verschiebekraft in Richtung der Feile und Anpressungsdruck senkrecht gegen das Werkstück. Der Druck auf beide Feilenenden ist so zu regeln, daß eine genau geradlinige Bewegung entsteht. Beim Zurückziehen muß die Feile stets ohne Druck, nur unter ihrem eigenen Gewicht gleiten, sonst schleift man die Zähne von hinten stumpf.

Notwendig ist, die Feile mit ihrer ganzen Länge und nicht nur stellenweise über das fest im Schraubstock gespannte Arbeitsstück zu führen. Dabei wird beim Vorwärtsschieben ein leichter Druck (etwa in Richtung von 15°) nach der rechten Seite gegeben, damit die Feile nicht verläuft. Sie folgt sonst der Richtung des Kreuzhiebes, und die Zähne kommen nicht ganz zum Angriff. Das Feilen von links nach rechts läßt die Späne leichter ausfallen und gestattet die Beobachtung der gefeilten Stelle.

Bekanntlich kann eine ebene Fläche nur dann erreicht werden, wenn die Feile bauchig ist, und zwar je bauchiger, desto besser. Gerade prismatische Feilen, z. B. die Abzugsfeilen, ergeben niemals, auch in der Hand des geschicktesten Mannes, eine ebene Fläche. Deshalb benutzt man bei genauen Arbeiten auch gern eine Dreikantfeile, da diese noch stärker bauchig ist als Flachfeilen; außerdem gestattet die Spitze derartiger Feilen auch das Wegfeilen der kleinsten Buckel. Die Bearbeitungsrichtung muß bei solchen Arbeiten immer wieder geändert werden. Es wird z. B. erst von rechts nach links, dann von links nach rechts gefeilt, und zwischendurch immer wieder geradeaus.

Das Sauberhalten der Feile: Am besten werden dazu die gewöhnlichen Feilenbürsten gebraucht, die wohl allgemein bekannt sind. Weniger bekannt ist leider, daß die Feilen nur in Richtung des Oberhiebes gebürstet werden dürfen, da sie sonst durch die harten Drähte sehr schnell stumpfen.

Reichlicher Gebrauch der Feilenbürsten ist auch notwendig, wenn die Feilen abwechselnd auf Isolierstoff und Metall gebraucht werden, da die Späne in diesem Fall — falls sie nicht entfernt werden — sich bald so fest in die Zahnücke setzen und außerdem verharzen und verkleben, daß sie nachher nur mit großer Mühe zu entfernen sind.

Wenn viel weicher Stoff mit der Feile bearbeitet wird, kann man auch die Feile mit einem Streifen weichgeglühten Messingblechs säubern. Das Blech wird in der Richtung des Oberhiebes durchgeschoben. Festgesetzte Metallstückchen können damit leicht entfernt werden.

Für die Feilenbürsten wird oft Ersatzbelag angeboten. Dieser besteht aus einem zähnetragenden Band, das auf die Bürstenhölzer aufgenagelt wird. Ein derartiges Reparieren von Feilenbürsten dürfte sich aber in den wenigsten Fällen empfehlen, da die Kosten der Reparatur meistens höher liegen als neue Bürsten.

Es ist auch eine Reihe Feilenbürstenmaschinen auf dem Markt erschienen, bei denen eine Rundbürste über die Feile hinweggeführt wird. Solche Maschinen werden auch zum Nachschärfen empfohlen; aber dieses Nachschärfen ist sehr problematisch (vgl. S. 32).

Die wichtigsten Feilregeln hat der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen in Form von Bild- und Texttafeln zusammengestellt, die zum Teil Einzelheiten enthalten, wie sie nachstehend in ausführlicherer Form erläutert wurden (siehe Abb. 35a, b, c).

3. Feilenhefte. Zu einer guten Feile gehört auch ein einwandfrei ausgeführtes und befestigtes Heft. Ein gutes Heft muß der Handform angepaßt sein, das richtige Gewichtsverhältnis zur Feile haben, seine Oberfläche muß der Hand ein gutes Haften sichern, ohne die Schweißbildung zu stark zu fördern. Die Hefte müssen in den Abmessungen so abgestuft sein, daß für die verschiedenen Handgrößen und Feilensorten die richtigen Typen vorhanden sind, ohne aber deren Zahl zu sehr zu steigern. Das Heft darf sich beim Eintreiben der Feilengabel nicht spalten, es muß also aus dazu geeignetem Stoff bestehen und eine gute Zwingung haben.

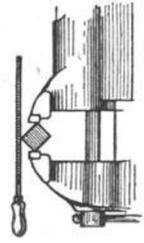
Arbeitsregeln¹.

1. Setze beim Feilen den linken Fuß vor, den Oberkörper halte möglichst ruhig und bewege hauptsächlich nur die Arme.
2. Nütze die ganze Fläche der Feile aus (lang durchziehen).
3. Reißt die Feile, so putze sie mit Feilenbürste und Feilenreiniger aus und bestreiche sie mit Kreide oder Schwefel.
4. Lege nie eine unausgeputzte Feile in den Werkzeugkasten.
5. Schabe nicht mit der Feile.
6. Befeile nie gehärtete Gegenstände (Schraubstockbacken).
7. Gußhaut und bezünderte Flächen bearbeite nur mit gebrauchten, halbscharfen Feilen.
8. Benütze nur eine Seite der Feile und die zweite erst dann, wenn die erste stumpf oder wenn eine scharfe Feilenseite durchaus erforderlich ist.
9. Schruppe zuerst alle Flächen nahe aufs Maß vor, und dann erst schleichte sie.
10. Passe die Feile immer der Größe der Arbeitsfläche an. Zu großen Arbeitsflächen benütze auch große Feilen und umgekehrt.
11. Gebrauche die Vorfeile, wenn mehr als ungefähr 0,5 mm wegzufeilen ist.
12. Gebrauche die Vorfeile nicht zum Nachfeilen fertiger Teile.
13. Gebrauche die Vorfeile nicht zum Abgraten.
14. Gebrauche die Schlichtfeile, wenn weniger als ungefähr 0,5 mm wegzufeilen ist.
15. Gebrauche die Schlichtfeile nicht zum Nacharbeiten fein gearbeiteter Teile.
16. Gebrauche die Schlichtfeile nicht zum Feilen von Weichmetall (Blei, Zinn).
17. Gebrauche die Doppelschlichtfeile nur, wenn weniger als ungefähr 0,2 mm wegzufeilen ist.
18. Gebrauche die Doppelschlichtfeile zum Abgraten fertiger Teile.
19. Gebrauche die Doppelschlichtfeile nicht zum Bearbeiten roher Teile.
20. Um dünne Bleche zu feilen löte sie auf oder spanne mehrere zusammen.
21. Lege die Feilen immer rechts vom Schraubstock.
22. Lege nie Feilen aufeinander.
23. Es sollen nicht mehr Feilen auf dem Arbeitsplatz liegen als gerade gebraucht werden.
24. Arbeite nie an einem losen Schraubstock, ist er locker, so befestige ihn.
25. Hämmere nur auf dem Amboßansatz des Schraubstockes, nicht auf seinen Backen.

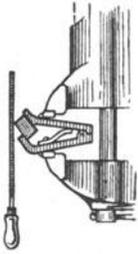
¹ Nachdruck nur mit Genehmigung des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen DATSCH E.V., Berlin W 35, gestattet.

Einspannen und Ausfeilen.

falsch



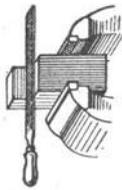
richtig



Spanne Werkstücke nicht über Eck ein.

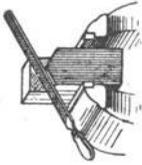
Verwende den Reifkloben.

unvorteilhaft



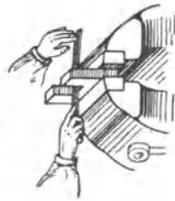
Sind größere Stücke herauszufeilen, so feile nicht die ganze Fläche auf einmal.

vorteilhaft



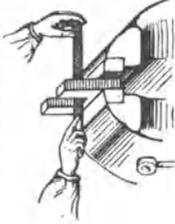
Zerlege die Fläche durch Feilen über Eck in mehrere kleine Teile.

falsch



Übe auf kleine Feilen mit der linken Hand keinen Druck aus.

richtig



Unterstütze kleine Feilen mit dem Zeigefinger der linken Hand.

Bewegungsrichtung.

Feilen von Flächen.

falsch



Bewegungsrichtung der Feile

richtig



Bewegungsrichtung der Feile

Liegt die Bewegungsrichtung nicht in der Längsrichtung der Feile, so reißt sie.

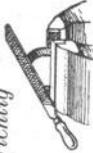
Die Feile darf nur in ihrer Längsrichtung bewegt werden.

falsch



Formfeilen.

richtig



Beim Formfeilen darf die Rundung nicht längs gefeilt werden.

Beim Formfeilen der Rundungen quer feilen.

Schlichten.

falsch



Bewegungsrichtung des Feilendes

richtig



Bewege das Feilende nicht von oben nach unten.

Bewege das Feilende nicht von unten nach oben.

Ein- und Aufspannen.

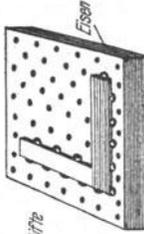
Bearbeiten von Blechen.

unvorteilhaft



Eisenplatte

vorteilhaft

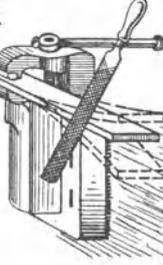


Eisen

Das Werkstück wird bald lose, wodurch eine genaue Arbeit unmöglich wird.

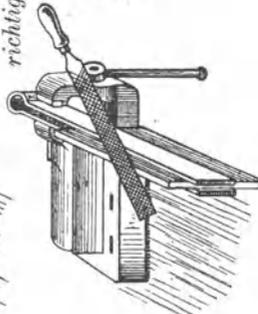
Magnetische Aufsspannplatte zieht unebene Werkstücke beim Bearbeiten eben, sie federn nach dem Abspannen wieder in ihre unebene Lage zurück.

falsch



Feile bleibe nie freitragend.

richtig



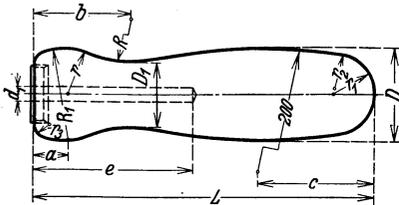
Benutze zum Feilen von Blechen die Blechspannkluppe.

Der Deutsche Normenausschuß hat die geeignetste Heftform vor einigen Jahren erproben lassen und in DIN 395 (Abb. 36) festgelegt. Hierbei hat man sich auf 6 Größen geeinigt, die für alle Fälle genügen. Zu beachten ist, daß diese genormten Hefte schlanker sind, als sie früher üblich waren, besonders in den kleinen Größen, so daß einige davon eher in eine Frauenhand passen als in eine wuchtige Männerhand. Die DIN-Hefte haben eingelassene Zwingen, während die früheren Hefte aufgesetzt waren; sie können sich deshalb nicht vom Holz lösen.

Feilenhefte müssen einwandfrei festsitzen, sonst können durch Lösen bei schweren Arbeiten böse Hand- und Gesichtsverletzungen entstehen. Die Unsitte, das

Feilengriffe	DIN 395
---------------------	--------------------

Maße in mm



Bezeichnung eines Feilengriffes mit Zwin-
ge, Griffdurchmesser $D = 32$ mm:

Feilengriff 32 DIN 395

D	Heft														Zugehörige Zwin- ge
	L	a	b	c	e	D_1	d_1	R	R_1	r	r_1	r_2	r_3	Bezeichnung	
16	90	7	23	35	40	12	3	60	16	8	6	—	3	8 DIN 396	
20	100	8	29	35	45	16	3,5	100	20	10	8	—	3,5	12 DIN 396	
25	110	9	33	35	50	20	4	105	25	12	10	—	5	16 DIN 396	
32	120	12	34	41	56	23	5	45	32	16	14	—	5	20 DIN 396	
36	130	18	48	38	64	25	6	45	55	18	20	12	5	24 DIN 396	
40	140	22	57	48	70	28	8	45	65	—	25	15	6	24 DIN 396	

Werkstoff: Heft aus Rotbuche, andere Holzarten sind bei Bestellung vorzuschreiben.
Zwingen nach DIN 396

Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblattes im Dinformat A4, das durch den Beuth-Verlag, G. m. b. H., Berlin S 14, zu beziehen ist.

Abb. 36. Normblatt über Feilenhefte.

gleiche Heft für mehrere Feilen zu benutzen, ist gefährlich und die Ersparnis ganz belanglos. Man soll deshalb auch geplatze Hefte fortwerfen und nicht weiterbenutzen, vielleicht sogar nach umständlicher Reparatur durch Draht oder Leim. Das Angeloch im Heft muß, damit die Feilen fest im Heft sitzen, gut vorgebohrt werden. Wird dies versäumt und die Feile mit Gewalt eingeschlagen, oder wird eine für das Heft zu große Feile eingetrieben, so platzt es auf, und zwar am unteren Ende, wenn die Angel zu lang ist, und am oberen Ende, wenn sie zu dick ist. Das beliebte Einbrennen erfordert Vorsicht. (Vgl. auch Abb. 35 c links unten).

Das Aufplatzen am oberen Ende wird vielfach durch Umwickeln mit Draht hinter der Zwin-ge verhindert. (Bei den DIN-Heften ist keine Umwicklung mit Draht vorgesehen.) Der Draht muß gut festgewickelt sein und an mehreren

Stellen verlötet werden, da er sich sonst löst und dann von dem Arbeiter sofort abgenommen wird.

Das Lösen der aufgesetzten Zwingen oder der Drahtumwicklungen hat auch oft seine Ursache im Eintrocknen des Holzheftes. Es ist deshalb darauf zu achten, daß für Holzhefte nur gutes trockenes Rotbuchenholz verwendet wird, und daß

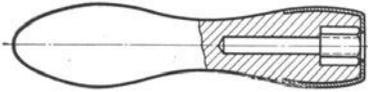


Abb. 37. Holzheft mit Gewindemutter.

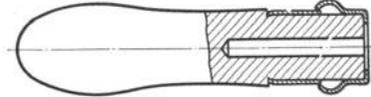


Abb. 38. Holzheft mit Zwinge in Flaschenkopfform.

die Hefte in nicht zu warmen Räumen gelagert werden (nicht in der Nähe der Heizung!).

Die Übelstände der Holzhefte (schwierige oder unzuverlässige Befestigung, Aufplatzen usw.) haben zu Ausführungen geführt, bei denen diese Fehler vermieden werden. Einige dieser Konstruktionen sollen nachstehend beschrieben werden:

Abb. 37 zeigt ein Holzheft, das oben mit einer Gewindemutter versehen ist. Das Gewinde ist leicht gehärtet, das Heft soll auf die Feile aufgeschraubt werden, dabei schneidet die Mutter sich ein Gegengewinde in die weiche Angel der Feile. Die Vorzüge sollen in geradem und genauem Sitz der Feile im Heft bestehen. Außerdem soll das Heft nicht mehr platzen.

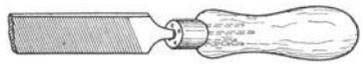


Abb. 39. Holzheft mit Nebenlöchern.

Abb. 38 zeigt ein Heft, bei dem der ganze obere Teil von einer Zwinge in Form eines Flaschenkopfes überzogen ist. Im neuen Zustand ist zwischen Zwinge und Holz ein Hohlraum vorhanden, der beim Einschlagen der Angel durch das eingetriebene Holz ausgefüllt wird. Das Aufplatzen des Heftes am Kopf kann hierdurch vermieden werden, das Aufplatzen am Grund jedoch nicht, falls die Angel zu lang ist.



Abb. 40. Wechselheft für kleine Feilen.

Einen ähnlichen Erfolg will eine andere Ausführung (Abb. 39) dadurch erreichen, daß neben dem Hauptloch des Heftes im Umkreis kleine Nebenlöcher gebohrt sind, die sich beim Einschlagen des Holzheftes schließen und damit ein Platzen vermeiden, da die Spannung des Holzes verringert wird. Auch eingesägte Hefte finden sich.

Einige Lieferanten sind ganz und gar von der Verwendung von Holz abgegangen und haben Hefte in der gewöhnlichen Form, jedoch aus Hartpapier, Fiber oder Metall (Aluminium). Manche dieser Hefte haben ihre technischen Vorzüge, die lackierten und metallenen haben aber für die angestrengte Werkstättenarbeit eine zu dichte Oberfläche, so daß die Hand des Arbeiters feucht wird, was dieser als sehr unangenehm empfindet.



Abb. 41. Feilenhalter für Bearbeitung großer Flächen.

Für kleine Feilen gibt es Wechselhefte nach Abb. 40. Abb. 41 zeigt einen Feilenhalter für die Bearbeitung großer Flächen, die einer mit Heft bewehrten Feile unzugänglich sind.

Wenn man auch zugeben muß, daß die abgebildeten Sonderhefte in vielen

Fällen besser sind als gewöhnliche Holzhefte, so ist doch ihr Preis so hoch, daß für ein Stück mehrere Holzhefte angeschafft werden können. Sie konnten sich deshalb nur in beschränktem Umfange einführen.

B. Kalkulation von Feilarbeiten.

Gefeilt wurde bisher zumeist im Lohn, und nur für das Befeilen einer größeren Anzahl gleicher Stücke, besonders beim Gußputzen, wurden Stücklöhne gezahlt. Dies ist angesichts der Vielgestaltigkeit von Werkzeug und Arbeitsfläche auch verständlich. Erst in letzter Zeit ist von Fr. Schleif und von Prof. Gottwein der Versuch gemacht worden, durch Zeitaufnahmen Kalkulationsunterlagen für Feilarbeiten zu schaffen¹. In den Arbeiten von Schleif ist Feilarbeit aufgeteilt in:

- | | |
|---|---|
| a) Vorschruppen (Reifeilen) | c) Schlichten (ohne Schrupper Spuren), |
| b) Ebenschruppen (bei geraden Flächen), | d) Abrichten (ohne Schlichtspuren), |
| α) für ebene Flächen | } an gewalzten, geschmiedeten, gepreßten oder gegossenen Werkstücken, |
| β) für Formflächen | |
| γ) für ebene Flächen | } an mechanisch vorgeschruppten oder geschlichteten Werkstücken. |
| δ) für Formflächen | |

Unter Vorschruppen a wird verstanden, daß das Werkstück soweit vorgefeilt wird, bis die rohe Oberfläche mit allen Unebenheiten beseitigt ist. (Werkstoffabnahme etwa 0,3 mm.) Gerade Flächen sollen dabei möglichst eben sein. Beim Ebenschruppen b soll die Fläche so eben werden, wie dies beim Hobeln und Fräsen erreicht wird. Beim Schlichten c sollen die Schrupper Spuren beseitigt und die Ebenheit der Flächen noch gesteigert werden. (Werkstoffabnahme etwa 0,075 mm.) Das Abrichten d soll auch die letzten Schlichtspuren wegnehmen. Es wird mit feinen Schlichtfeilen begonnen und mit Schmirgelleinen und Abziehen auf Gußplatten fortgesetzt (Werkstoffabnahme etwa 0,025 mm).

Fr. Schleif stuft in seinen auf Grund von Zeitaufnahmen gewonnenen Zahlentafeln außer der Berücksichtigung der genannten Feinheitsgrade, Formen und Vorbearbeitung nach Werkstoffen, Größe der Spanabnahme und Größe der Bearbeitungsfläche ab und erhält Grundzeiten für die Bearbeitung von 1 cm². Das Verhältnis von Breite zu Länge der Bearbeitungsfläche ist von wesentlichem Einfluß. „Während die Längenzunahme von 100 bis zu 500 mm eine Mehrarbeitszeit für 1 cm² von etwa dem 1,22fachen bei 500 mm Länge bedingt, fällt der Zeitverbrauch bei einer Breitenzunahme von 10 bis zu 200 mm auf etwa das 0,16fache bei 200 mm Breite, wiederum bezogen auf 1 cm² Bearbeitungsfläche. Das Steigen des Zeitverbrauchs für 1 cm² der Bearbeitungsfläche bei zunehmender Länge erklärt sich dadurch, daß ein größerer Zeitaufwand für das Ebenfeilen, Messen und das Ein- und Ausspannen erforderlich ist. Das Fallen des Zeitverbrauchs für 1 cm² der Bearbeitungsfläche bei zunehmender Breite kommt daher, daß nunmehr die Feilführung sicherer und infolgedessen das Eben- und Winkelrechtfeilen mehr und mehr begünstigt wird. Ferner wird mit dem Breiterwerden des Werkstücks der vom Feilenden ausgeübte Feilhub — wenn die Werkstücksbreite in der Hubgrenze liegt — besser ausgenutzt. Letztere Feststellung gilt nur bis etwa 200 mm, also innerhalb des normalen Feilhubes.“ Als Beispiel der Schleif'schen Arbeiten seien in Abb. 42a und b die Zahlentafeln a α und c, d α (s. oben) gebracht. Sie gelten für Werkstücke von 20 cm Länge; für größere und kleinere Längen sind Korrekturfaktoren beigegeben. Desgleichen wurden Korrekturfaktoren für von den normalen abweichenden Spanabnahmen aufgestellt.

¹ Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure Bd. 5: „Schlosserei- und Montage-Arbeitszeitermittlung und Zeitbedarf verwandter Handarbeiten.“ Berlin: Julius Springer 1928.

		Kalkulationsunterlagen für Feilarbeiten. Aufstellung von Richtwerten auf Grund von Zeitaufnahmen.					Feil—1				
t_p -Grundzeit für das Vorschruppen (Reinfeilen) an rohen Werkstücken mit ebenen Flächen aus verschiedenen Werkstoffen, Werkstücklänge l etwa 20 cm											
Pos. Nr.	Werkstückbreite b in cm	Spanabnahme beim Vorschruppen in mm									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
		Zeiten in Minuten für 1 cm ² Bearbeitungsfläche									
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
		Maschinenstahl 60—80 kg/mm ²					Bronze				
1	1	0,11	0,22	0,32	0,43	0,54	0,054	0,11	0,16	0,21	0,27
2	3	0,055	0,10	0,16	0,20	0,26	0,028	0,050	0,080	0,10	0,13
3	6	0,039	0,067	0,094	0,18	0,17	0,019	0,031	0,046	0,092	0,080
4	10	0,027	0,047	0,066	0,092	0,11	0,013	0,022	0,034	0,044	0,055
5	15	0,021	0,035	0,052	0,070	0,09	0,011	0,018	0,025	0,034	0,041
6	20	0,018	0,035	0,045	0,060	0,075	0,009	0,017	0,022	0,028	0,035
		Maschinenstahl 50—60 kg/mm ²					Rotguß und Messing				
7	1	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,036	0,072	0,11	0,145	0,18
8	3	0,046	0,088	0,13	0,17	0,21	0,018	0,035	0,052	0,070	0,086
9	6	0,032	0,053	0,08	0,15	0,14	0,013	0,021	0,032	0,064	0,055
10	10	0,022	0,038	0,06	0,078	0,092	0,009	0,015	0,022	0,030	0,037
11	15	0,018	0,030	0,043	0,060	0,075	0,007	0,012	0,017	0,022	0,028
12	20	0,015	0,029	0,037	0,048	0,060	0,006	0,010	0,014	0,018	0,022
		Gußeisen					Leichtmetall				
13	1	0,063	0,13	0,19	0,25	0,32	0,027	0,054	0,081	0,10	0,14
14	3	0,032	0,060	0,09	0,115	0,15	0,014	0,025	0,042	0,051	0,065
15	6	0,022	0,037	0,056	0,10	0,095	0,010	0,015	0,023	0,032	0,040
16	10	0,013	0,026	0,040	0,053	0,066	0,007	0,011	0,016	0,022	0,027
17	15	0,011	0,020	0,030	0,040	0,052	0,005	0,009	0,013	0,017	0,021
18	20	0,009	0,017	0,026	0,034	0,040	0,004	0,007	0,010	0,014	0,017

Abb. 42 a. Zahlentafel für Kalkulation von Feilarbeiten. (Nach Schleif.)

Zu den Zeitaufnahmen bemerkt Fr. Schleif folgendes:

- Die Werkstücke, an welchen die Zeitaufnahmen vorgenommen werden, sollen möglichst gleiche Abmessungen für die verschiedenen Werkstoffe haben.
- Die Meßstellen sind vor dem Messen vom Grat und Schmutz zu befreien.
- Die Feilflächen sind vor, während und nach jeder Arbeitsstufe nicht nur auf die Spanabnahme, sondern auch auf Ebenheit und Maßhaltigkeit zu prüfen.
- Die abzunehmende Werkstoffschicht bzw. Spanabnahme ist vorher festzulegen; ebenso der Grad der Bearbeitungsgenauigkeit (Sitz bzw. Gütegrad der Passung oder die Toleranz).
- Die Abmessungen der Werkstücke bzw. Bearbeitungsflächen sind vor Beginn der Bearbeitung festzustellen und die Maße im Zeitaufnahmebogen einzutragen. Diese Eintragung mit den Feilzeiten ist auch während und nach jeder Arbeitsstufe vorzunehmen.
- Die Zeitaufnahme soll sich mindestens auf jeweils 5 Stück erstrecken.
- Die aufgenommenen Zeiten sind nach der Mittelwertsmethode auszuwerten.

Wie weit diese Tafeln in der Praxis eingeführt sind, ist nicht bekannt geworden, jedenfalls stellen sie einen ersten und wichtigen Schritt in der Stückzeitberechnung von Feilarbeiten dar.

In ähnlicher Weise wie oben für Handfeilen dargestellt, haben Kienast und Plass¹ das Gebiet der Feilmaschinen in Angriff genommen, um für Schnittbauarbeiten feste Kalkulationsunterlagen zu schaffen. (Bisher lagen für Sägen und

¹ Beide für den Betrieb der AEG im Zusammenhang mit den Arbeiten des Ausschusses für Stückzeitermittlung im Werkzeugbau.

		Kalkulationsunterlagen für Feilarbeiten. Aufstellung von Richtwerten auf Grund von Zeitaufnahmen.						Feil—5	
<i>t_g</i> -Grundzeit für das Schlichten und Abrichten ohne Feilspuren an Werkstücken mit ebenen Flächen aus verschiedenen Werkstoffen. Bearbeitungsfläche ist vorher mit Feile oder Maschine eben vorgeschruppt. Werkstücklänge <i>l</i> etwa 20 cm									
Pos. Nr.	Arbeitsstufe	Span- ab- nahme in mm	Werkstückbreite <i>b</i> , in cm						
			1	3	6	10	15	20	
			Zeiten in Min. für 1 cm ² Bearb.-Fläche						
			a	b	c	d	e	f	
Maschinenstahl 60—80 kg/mm ²									
1	Schlichten ohne Vorschruppspuren	0,075	0,16	0,082	0,055	0,041	0,031	0,027	
2	Abrichten ohne Schlichtspuren .	0,025	0,18	0,092	0,063	0,047	0,036	0,030	
3	Schlichten und abrichten	0,1	0,34	0,174	0,118	0,088	0,067	0,057	
Maschinenstahl 50—60 kg/mm ²									
4	Schlichten ohne Vorschruppspuren	0,075	0,13	0,068	0,046	0,034	0,026	0,022	
5	Abrichten ohne Schlichtspuren .	0,025	0,15	0,077	0,052	0,039	0,030	0,025	
6	Schlichten und abrichten	0,1	0,28	0,145	0,098	0,073	0,056	0,047	
Gußeisen									
7	Schlichten ohne Vorschruppspuren	0,075	0,09	0,048	0,032	0,024	0,018	0,015	
8	Abrichten ohne Schlichtspuren .	0,025	0,105	0,054	0,036	0,027	0,021	0,018	
9	Schlichten und abrichten	0,1	0,195	0,102	0,068	0,051	0,039	0,033	
Bronze									
10	Schlichten ohne Vorschruppspuren	0,075	0,078	0,041	0,028	0,020	0,016	0,013	
11	Abrichten ohne Schlichtspuren .	0,025	0,09	0,046	0,031	0,023	0,018	0,015	
12	Schlichten und abrichten	0,1	0,168	0,087	0,059	0,043	0,034	0,028	
Rotguß und Messing									
13	Schlichten ohne Vorschruppspuren	0,075	0,052	0,027	0,018	0,014	0,010	0,009	
14	Abrichten ohne Feilspuren . . .	0,025	0,060	0,031	0,021	0,016	0,012	0,010	
15	Schlichten und abrichten	0,1	0,112	0,058	0,039	0,030	0,022	0,019	
Leichtmetall									
16	Schlichten ohne Vorschruppspuren	0,075	0,039	0,020	0,014	0,010	0,008	0,007	
17	Abrichten ohne Feilspuren . . .	0,025	0,045	0,023	0,016	0,012	0,009	0,008	
18	Schlichten und abrichten	0,1	0,084	0,043	0,030	0,022	0,017	0,015	

Abb. 42b. Zahlentafel für Kalkulation von Feilarbeiten. (Nach Schleif.)

Feilen auf Feilmaschinen, Lehrenbohrwerkarbeiten und Zusammenbau kaum irgendwelche Unterlagen vor.) Die Arbeiten sollen demnächst veröffentlicht werden, und es sei nur kurz mitgeteilt, daß der Einfluß folgender Größen als maßgebend für die Arbeitszeit beim Feilen von Durchbrüchen und sonstigen zylindrischen oder schwach geschrägten Umrissen auf der Feilmaschine ermittelt wurde.

1. Länge der zu feilenden Strecken.
2. Materialzugabe (die von der Vorbearbeitung durch Sägen, Stoßen usw. abhängig ist).
3. Plattendicke (Höhe).
4. Art des Werkstoffes (Bearbeitbarkeit).
5. Größe und Form der Feilen.

6. Verlauf der zu feilenden Strecken — ob Kurve oder Gerade —.
7. Anzahl der Ecken und Kurvenanschlüsse (z. B. Kreis an Gerade, Kreis an Kreis usw.).
8. Verlangte Genauigkeit des Arbeitsstückes (diese beeinflusst den Arbeitsgang bzw. die Meßzeiten).
9. Nebenzeiten — außer Meßzeiten (vgl. 8) —. Diese werden zweckmäßig unterteilt in:
 - a) Zeiten für Feilenwechsel
 - b) sonstige Nebenzeiten, wie Änderung von Hubzahl und Hubgröße, Einstellen der Niederhalter, Reinigen der Maschine usw.
10. Verlustzeiten.

Hierzu sei bemerkt, daß auf Feilmaschinen das Werkstück fast immer von Hand geführt wird, die Genauigkeit der Arbeit also von der Geschicklichkeit des Arbeiters abhängt. Daraus folgt, daß die Zerspanungsarbeit immer nur einen

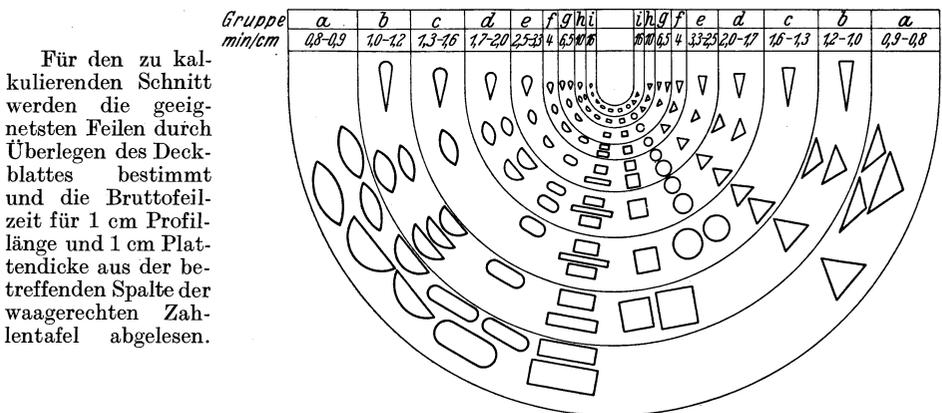


Abb. 43. Deckblatt mit Querschnitten handelsüblicher Feilen für Feilmaschine für die Vorkalkulation.

verhältnismäßig geringen Anteil der Feilarbeit ausmacht. Die Abhängigkeit der Feilzeit von der zu feilenden Länge wurde als direkt proportional festgestellt (während Schleif für das Handfeilen, wie oben erwähnt, eine Steigerung der Feilzeit rascher als die Länge ermittelt hat). Schwankungen in der Werkstoffzugabe wirken sich nicht sehr stark aus, da, wie gesagt, der Einfluß der reinen Zerspanungsarbeit verhältnismäßig gering ist. Es genügt deshalb, eine durchschnittliche Zugabe von etwa $0,3 \div 0,5$ mm vorzusetzen.

Der Einfluß der Plattendicke wurde aus vorhandenen Kalkulationsunterlagen entwickelt (Gottwein und Wartus¹ haben übrigens eine raschere Zunahme der Feilzeit mit steigender Plattendicke festgestellt). Der Einfluß der Werkstoffe wirkt sich nicht voll auf die Feilzeit aus und wurde für die verschiedenen Stahlsorten der Größe bzw. der Verhältniszahl nach ermittelt. Die Größe und Form der Feilen ist durch die Größe und Form des Durchbruchprofils bestimmt; zur Erleichterung dient ein durchsichtiges Deckblatt mit den Querschnitten handelsüblicher Feilen nach Abb. 43 (heute durch Zahlentafel ersetzt). Die Feilzeiten steigen bei abnehmendem Feilenquerschnitt anfangs langsam, dann rasch. Auf Grund von Versuchen wurden die Feilen ihrer Leistungsfähigkeit nach

¹ Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure. Bd. 5: Schlosserei und Montage-Arbeitszeitermittlung und Zeitbedarf verwandter Handarbeiten. Berlin: Julius Springer 1928.

in Gruppen zusammengefaßt und die Arbeitszeit für jede Gruppe für 1 cm² gefeilter Länge bei 10 mm Plattenstärke festgelegt.

Für das Feilen von Kurven wurde ein Zeitverhältnis von höchstens etwa 3:1 für Formfeilen gegenüber Flachfeilen ermittelt, je nach Größe des Krümmungsradius (ein Verhältnis, das sich etwa mit dem des von Schleif für Handfeilarbeiten gefundenen deckt). Die für die vorhandenen Krümmungen geltenden Faktoren sind festgelegt und werden bei der Kalkulation berücksichtigt. Auch für Ecken und Kurvenanschlüsse gibt es besondere Zuschlagwerte.

Die verlangte Arbeitsgenauigkeit wurde derartig in Rechnung gestellt, daß festgelegt wurde, daß die Bearbeitung der Durchbrüche auf der Feilmaschine so weit zu treiben ist, daß der Werkzeugmacher durch Handarbeit die Durchbruchflächen beim Einpassen der Stempel nur noch zu glätten hat. Dies wird allgemein nach zweimaligem Andrücken und Nachfeilen auf der Feilmaschine erreicht, wenn der Maschinenfeiler die Spuren des Andruckes eben noch stehen läßt. Die so erzielte Genauigkeit gegen die Fertigmaße des Durchbruchs beträgt etwa 0,05 mm.

Von den Nebenzeiten hat der Feilenwechsel besonders großen Einfluß. Diese Zeit schwankt zwischen 1,5 min bei größeren Feilen und 4 ÷ 5 min bei kleineren (deren Einspannungsart anders ist). Alle übrigen Zeiten werden durch einen Pauschalbetrag von 5 min für jede Platte abgegolten.

Auf diese Weise sind Unterlagen gewonnen worden, die die Kalkulation von Schnittwerkzeugarbeiten auf eine ähnliche Entwicklungsstufe zu bringen geeignet sind, wie sie für Dreh-, Bohr- und Fräsarbeiten schon vorliegen. Wird auf diesen und den vorher angeführten Unterlagen weiter gearbeitet, so dürfte allmählich das Gebiet der Kalkulation der Feilarbeit innerhalb gewisser Grenzen so rationell erfaßt werden, daß die Feile auch in dieser Hinsicht für das ihr verbleibende Arbeitsgebiet in die Reihe der vollwertigen Werkzeuge tritt.

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

Bisher sind erschienen (Fortsetzung):

- Heft 35: Der Vorrichtungsbau.
II: Bearbeitungsbeispiele mit Reihenplan-
mäßig konstruierter Vorrichtungen. Ty-
pische Einzelvorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 36: Das Einrichten von Halbautomaten.
Von J. van Himbergen, A. Bleck-
mann, A. Waßmuth.
- Heft 37: Modell- und Modellplattenherstel-
lung 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.
I: Anstauchen der Köpfe.
Von Ing. Jos. Berger.
- Heft 40: Das Sägen der Metalle.
Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.
- Heft 41: Das Pressen der Metalle (Nicht-
eisenmetalle).
Von Dr.-Ing. A. Peter.
- Heft 42: Der Vorrichtungsbau.
III: Wirtschaftliche Herstellung und Aus-
nutzung der Vorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 43: Das Lichtbogenschweißen.
Von Dipl.-Ing. Ernst Klosse.
- Heft 44: Stanztechnik. I: Schnitttechnik.
Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
- Heft 45: Nichteisenmetalle. I: Kupfer,
Messing, Bronze, Rotguß.
Von Dr.-Ing. R. Hinzmann.
- Heft 46: Feilen.
Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.
- Heft 47: Zahnräder.
I: Aufzeichnen und Berechnen. Von Dr.-
Ing. Georg Karrass.
- Heft 48: Öl im Betrieb.
Von Dr.-Ing. Karl Krekeler.

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

- Spritzlackieren. Von Obering. R. Klose.
Die Werkzeugstähle. Von Ing.-Chem. H. Herbers.
Spannen. Von Ing. Fr. Klautke.

***Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte.** Von Ing. Otto Dick,
Eßlingen a. N. Mit 278 Textabbildungen. 254 Seiten. 1925. Gebunden RM 18.—
Mit vielen interessanten Abbildungen ausgestattete „Enzyklopädie“, die alles für den
Hersteller und Verbraucher Wissenswertes über die Feile zusammenfaßt. Die konstruktive
Durchbildung der Feilenhaumaschinen und ihre Entwicklung sind in chronologischer Folge
dargestellt. Der Werdegang der Feile hat eine fesselnde und jedermann anregende Schilder-
ung erfahren.

***Das Arbeiten der Feilen und ihr Verhalten während der
Abnutzung.** Von Dr.-Ing. Conrad Hildebrandt. (Enthalten in Band IV der
„Ausgewählten Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften in
Dresden“. Mit 196 Textabbildungen. VI, 167 Seiten. 1927.
RM 18.—; gebunden RM 19.50)

***Härten und Vergüten.** Von Dr.-Ing. Eugen Simon. („Werkstattbücher“,
Heft 7 und 8.)
Erster Teil: Stahl und sein Verhalten. Dritte, völlig umgearbeitete
und vermehrte Auflage. Mit 91 Abbildungen im Text und 8 Tabellen. 70 Seiten.
1930. RM 2.—
Zweiter Teil: Die Praxis der Warmbehandlung. Dritte, völlig um-
gearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 116 Abbildungen im Text und 6 Tabellen.
65 Seiten. 1931. RM 2.—

* Auf alle vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Notnachlaß von 10% gewährt.