



# DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR

8

K.-H. Schubert

**Praktisches  
Radio-  
basteln I**





Karl-Heinz Schubert

# Praktisches Radiobasteln I

Handwerkliche Grundlagen



VERLAG SPORT UND TECHNIK

Redaktionsschluß: 20. 7. 1959  
Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik, Neuenhagen bei Berlin  
Alle Rechte vorbehalten  
Gedruckt in der Deutschen Demokratischen Republik  
Lizenz-Nr.: 545/38/59

## VORWORT

Mit einer Reihe von drei Broschüren wollen wir den Radio- und Funkbastelfreunden das unbedingt notwendige theoretische Wissen vermitteln und die erforderliche Anleitung zum Bau funktechnischer Geräte geben.

Die erste Broschüre soll die handwerklichen Grundlagen schaffen und die Einrichtung eines zweckmäßigen Arbeitsplatzes erörtern.

Die zweite Broschüre, die zu Beginn des nächsten Jahres erscheint, geht auf die Anwendung der verschiedenen elektrischen Bauelemente und auf Konstruktionstechniken ein.

Die dritte Broschüre, die im Herbst des nächsten Jahres im Buchhandel erhältlich ist, gibt dann verschiedene Vorschläge und Anleitungen für den eigentlichen Bau von funktechnischen Geräten.

Wir hoffen, daß wir mit dieser Fortsetzungsreihe nicht nur neue Funkbastelfreunde gewinnen, sondern auch den Jungen Technikern in der Pionierorganisation „Ernst Thälmann“, den Zirkeln der Freien Deutschen Jugend und den Amateurfunk-Kollektivstationen der Gesellschaft für Sport und Technik Hilfe für ihre Arbeit geben können.

Für Hinweise auf Ergänzungen oder die Verbesserung des Inhaltes bei erforderlichen Neuauflagen wären wir dankbar.

Neuenhagen, im Sommer 1959.

Autor und Verlag

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Wie soll unser Arbeitsplatz aussehen</b> . . . . .	<b>7</b>
1.1 Einfacher Arbeitstisch . . . . .	7
1.2 Arbeitsplatz mit Schreibtisch . . . . .	10
1.3 Großer Arbeitsplatz . . . . .	11
1.4 Werkstatt für Kollektivstation . . . . .	13
1.5 Zubehör zum Arbeitsplatz . . . . .	15
<b>2. Welches Werkzeug brauchen wir</b> . . . . .	<b>18</b>
2.1 Prüf- und Meßmittel . . . . .	18
2.2 Spannwerkzeuge . . . . .	21
2.3 Trennwerkzeuge . . . . .	23
2.4 Schlagwerkzeuge . . . . .	24
2.5 Feilen . . . . .	25
2.6 Bohrwerkzeuge . . . . .	26
2.7 Gewindeschneidwerkzeuge . . . . .	29
2.8 Nietwerkzeuge . . . . .	30
2.9 Lötwerkzeuge . . . . .	31
<b>3. Mit welchen Werkstoffen haben wir zu tun</b> . . . . .	<b>34</b>
3.1 Eisenmetalle . . . . .	34
3.2 Nichteisenmetalle . . . . .	35
3.3 Nichtmetallische Werkstoffe . . . . .	36
3.4 Hilfsstoffe . . . . .	37
<b>4. Wie führen wir unsere Bastelarbeit aus</b> . . . . .	<b>39</b>
4.1 Messen und Anreißen . . . . .	39
4.2 Trennen von Werkstoffen . . . . .	40
4.21 Trennen mit Meißel . . . . .	41
4.22 Trennen mit Blechschere . . . . .	42
4.23 Trennen mit Säge . . . . .	44
4.3 Biegen und Richten . . . . .	47
4.4 Spangebende Bearbeitungen . . . . .	50
4.41 Feilen . . . . .	51
4.42 Bohren . . . . .	53
4.43 Senken und Reiben . . . . .	55
4.44 Gewindeschneiden . . . . .	57
4.5 Verbindungstechnik . . . . .	59
4.51 Verschrauben . . . . .	60
4.52 Vernieten . . . . .	62
4.53 Löten . . . . .	64
4.6 Veredeln . . . . .	68
<b>5. Wichtige Tabellen für uns</b> . . . . .	<b>70</b>
5.1 Metrisches Gewinde nach DIN 13 . . . . .	70
5.2 Die wichtigsten DIN-Normen für Verbindungselemente . . . . .	70
5.3 Auszug aus Schraubennormen . . . . .	72
5.4 Normen für Werkzeugausstattung . . . . .	74

## 1. WIE SOLL UNSER ARBEITSPLATZ AUSSEHEN

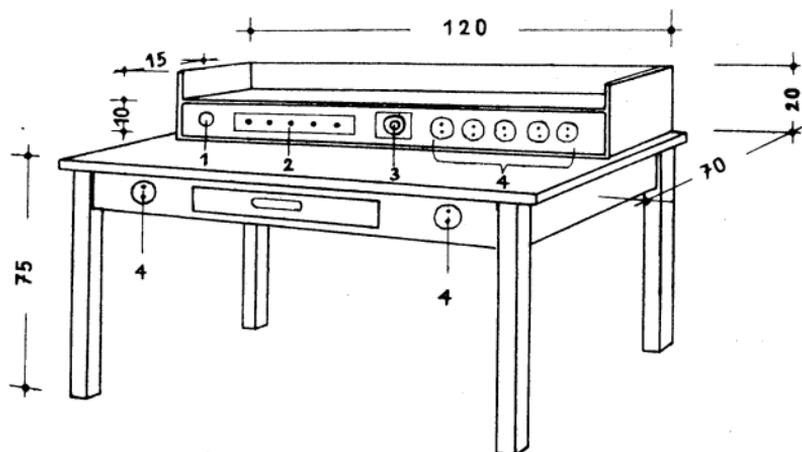
Nicht jedem Radiobastler wird es möglich sein, sich eine kleine Werkstatt einzurichten, in der alle notwendigen Bastelarbeiten durchgeführt werden können. Es erhöht aber ungemein die Freude an der Arbeit, wenn auch nur ein kleiner, bescheidener Arbeitsplatz vorhanden ist, der keinem anderen Zweck dient als nur dieser Freizeitbeschäftigung. Wenn man jeweils diesen Arbeitsplatz erst provisorisch einrichten und dazu alles Notwendige aus Schubladen, Kisten und Pappkartons zusammensuchen muß, ist einem beim eigentlichen Arbeitsbeginn meistens die Lust an dieser Arbeit vergangen. Da findet man nicht gleich die Spiralbohrer, oder der Hammer ist verschwunden. Verwendet man als Arbeitstisch den Küchentisch, so blickt die Hausfrau kummervoll auf den gepflegten Linoleumbelag, und wer ist nicht schon einmal mit der Händbohrmaschine abgerutscht und mußte den Spiralbohrer aus der Tischplatte ziehen? Hat man dagegen einen eigenen Arbeitstisch, so geht es einem wie mit der Lederhose: Je mehr Flecken darauf sind, um so stillicher wirkt er. Dazu wird noch häuslicher Ärger vermieden, und man spart Zeit, die heute immer knapp ist.

### 1.1. Einfacher Arbeitstisch

Für die Einrichtung eines Arbeitsplatzes wird immer ein gebrauchter Tisch genügen. Diesen kann man sehr billig bei einer Auktion oder in einer Gebrauchtwarenhandlung erstehen. Eventuell sieht man einmal die Verkaufsanzeigen einer Tageszeitung daraufhin durch.

Allerdings sollte man darauf achten, daß der Tisch stabil ist und eine Tischplatte mit den Ausmaßen von etwa 120 · 70 cm besitzt. Die Tischhöhe soll etwa 75 cm betragen. Auch sollten unbedingt ein oder zwei Schubfächer vorhanden sein.

Bild 1 zeigt eine Darstellung, wie man einen solchen Tisch mit einem zweckmäßigen Aufbau versehen kann. Im unteren Teil des Aufbaus sind von links nach rechts eine Antennenbuchse, fünf auf einer Metallschiene befestigte Erdbuchsen, ein Sicherungsautomat und fünf Steckdosen in Unterputz-Ausführung angeordnet. Durch die Installierung dieser



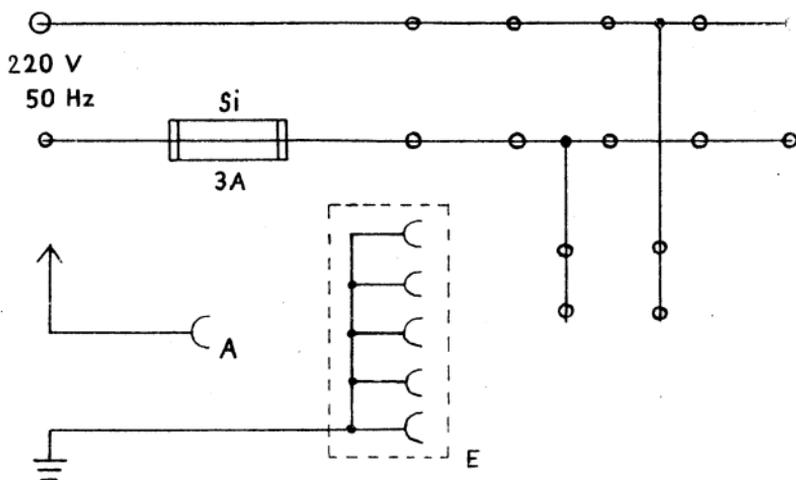
Alle Maße in cm

**Bild 1** Einfacher Arbeitstisch, bestehend aus einem alten Tisch und getrenntem Aufbau (1 – Antenne; 2 – Erdschiene; 3 – Sicherungs-Automat; 4 – Unterputzdosen für Netzspannung)

Buchsen und Steckdosen vermeidet man ein Strippengewirr zur nächsten Steckdose und den anderen benötigten Anschlüssen (Antenne, Erde). Auf dem oberen Teil des Aufbaus kann man Prüfgeräte, Netzgeräte usw. unterbringen.

Diesen Aufbau läßt man aus 10 mm starkem Holz von einem Tischler anfertigen und dunkelbraun beizen. Antennenbuchse und Erdbuchsen sind gewöhnliche Telefonbuchsen. Die Erdbuchsen werden auf einer Metallschiene (Kupfer, Messing oder Aluminium) zusammengefaßt. Die Erdleitung wird mit dieser Metallschiene verbunden. Sehr wichtig ist das Vorhandensein eines Sicherungsautomaten. Diesen lernt man schätzen, wenn man bei einem Kurzschluß im Dunkeln gessen hat und dann im Korridor oder Hausflur die Sicherung auswechseln mußte. Voraussetzung für diesen Sicherungsautomaten ist allerdings, daß die Auslöse-Stromstärke niedriger liegt als der Wert der Wohnungssicherung. Da Stromzuführungen zu Wohnungen in den meisten Fällen mit 6 Ampere abgesichert sind, verwenden wir für den Arbeitstisch einen Sicherungsautomaten für 1 bis 3 Ampere. Bei einer Netzspannung von 220 Volt kann man dann eine Belastung bis zu etwa 600 Watt anschließen. Die fünf Steckdosen des Auf-

baus werden parallelgeschaltet. An der Vorderseite des Tisches werden ebenfalls zwei Steckdosen in Unterputz-Ausführung angebracht für den Anschluß des Lötkolbens. Bild 2 zeigt die Schaltung des elektrischen Anschlusses.



**Bild 2** Schaltung der elektrischen Anlage des einfachen Arbeitstisches

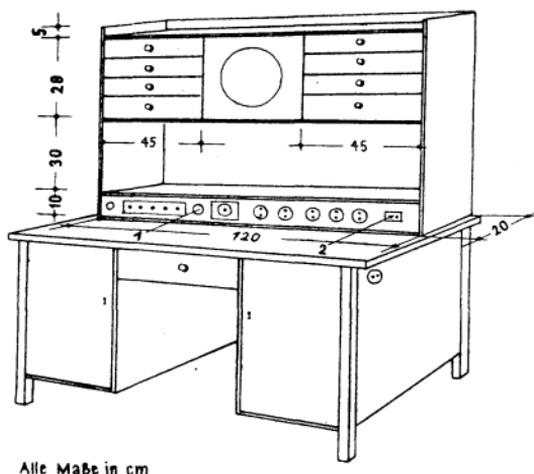
Von größter Bedeutung bei jeder Arbeit sind gute Lichtverhältnisse. Deshalb ist es günstig, wenn man den Arbeitstisch so an ein Fenster stellen kann, daß das Licht von links auf den Tisch fällt. Meist arbeiten jedoch Radiobastler und Funkamateure abends oder nachts, so daß für den Arbeitsplatz eine elektrische Beleuchtung vorgesehen werden muß. Am günstigsten sind für diesen Zweck Arbeitsleuchten. Bekannt ist die Ausführung mit Scherenarm oder mit verstellbaren Kugelgelenken. Mit diesen verstellbaren Arbeitsleuchten läßt sich jeder Platz des Arbeitstisches beleuchten. In der Arbeitsleuchte verwendet man Glühbirnen mit 60 bis 100 Watt. Sehr zu empfehlen für den ausschließlichen Nachtarbeiter sind Tageslichtbirnen.

In der Schublade des Arbeitstisches wird kleineres Handwerkszeug und anderes Kleinmaterial untergebracht. Ist die Tischplatte mit Wachstuch oder Linoleum ausgelegt, so empfiehlt es sich, eine Hartfaserplatte aufzunageln.

## 1.2 Arbeitsplatz mit Schreibtisch

Manchmal kann man billig einen gebrauchten Schreibtisch erstehen. Dieser ist für unsere Zwecke noch günstiger als ein einfacher Tisch, da sich in seinen zahlreichen Schubladen und Fächern sehr viel unterbringen läßt, was man sonst unter Betten schiebt oder auf Kleiderschränke legt. Auf diesem Schreibtisch kann man ebenfalls einen Aufbau nach Bild 1 anbringen. Die Steckdosen für den Lötkolben werden dann an den Seitenwänden angebracht.

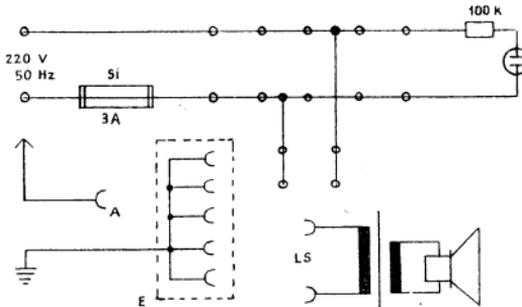
Bild 3 zeigt eine Erweiterung des Aufbaus durch weitere Fächer und Schubladen. Die Abmessungen gehen aus Bild 3



**Bild 3** Erweiterter Aufbau für einen Schreibtisch (1 – Glimmlampe für Netzanzeige; 2 – hochohmiger Lautsprecheranschluß)

hervor, während Bild 4 die Schaltung der elektrischen Anlage zeigt. Dazugekommen sind zwischen Erdbuchsen und Sicherungselement eine Netzglimmlampe und ganz rechts der hochohmige Anschluß für einen Lautsprecher. Die Netzglimmlampe informiert uns jederzeit darüber, ob die Netzspannung an den Steckdosen anliegt. Im oberen Teil ist in der Mitte das Lautsprechersystem mit Ausgangsübertrager untergebracht. Die primäre Anschlußseite dieses Ausgangsübertragers liegt an den rechts befindlichen Buchsen. Ver-

wendet wird ein 2- bis 4-Watt-Lautsprecherchassis mit permanenten Magneten. Der Durchmesser der Lautsprecheröffnung richtet sich nach dem Korbdurchmesser des verwendeten Lautsprechers.

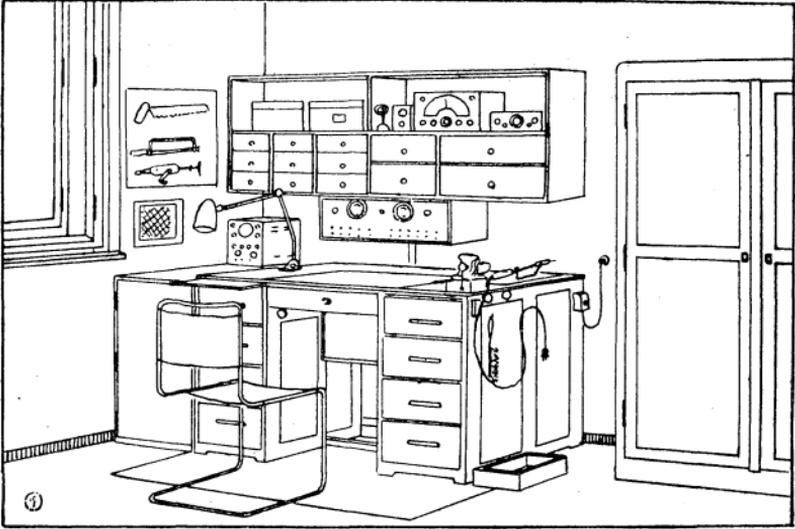


**Bild 4** Schaltung der elektrischen Anlage des erweiterten Aufbaus nach Bild 3

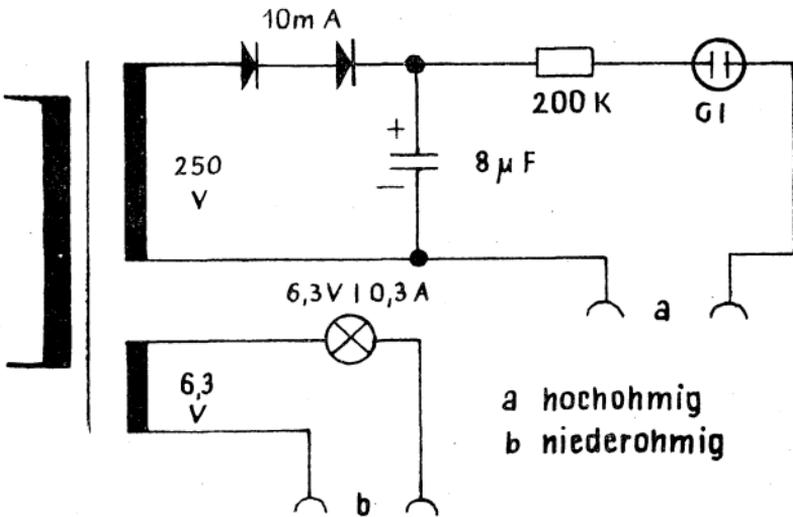
Über der Steckdosenleiste und auf der oberen Platte des Aufbaus können Geräte abgestellt werden. Rechts und links vom Lautsprecher sind Schubfächer für Widerstände, Kondensatoren und anderes Kleinmaterial angebracht. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Schubladen in kleine Fächer aufgeteilt. Das Werkzeug wird bequem in den Seitenfächern des Schreibtisches untergebracht. Zweckmäßig ist auch dabei das Einfügen von Zwischenfächern in den Schubladen, damit das Werkzeug übersichtlich gelagert werden kann.

### 1.3 Großer Arbeitsplatz

Einen großen Arbeitsplatz mit allem Komfort zeigt Bild 5. Über dem Arbeitstisch befindet sich ein übersichtliches Wandregal, in dessen Fächern und Schubladen zahlreiche Geräte und Kleinmaterial untergebracht werden können. Darunter hängt ein länglicher Holzkasten mit einer Frontplatte aus 3 mm starkem Pertinax. Auf dieser Frontplatte sind neben einer Netzglühlampe in der Mitte zahlreiche zweipolige Buchsen für die Netzspannung angebracht. Je ein Instrument zeigt die vorhandene Netzspannung und die dem Netz entnommene Stromstärke an. Rechts und links von den Meßinstrumenten sind zwei Leitungsprüfer mit optischer An-



**Bild 5** Großer Arbeitsplatz mit allem Komfort



**Bild 6** Schaltung des niederohmigen und hochohmigen Leitungsprüfers

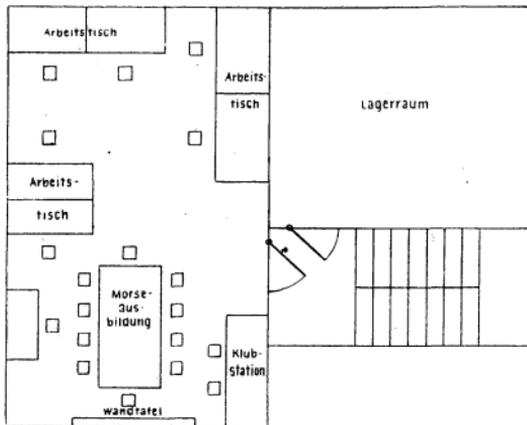
zeige angeordnet. Für hochohmige Messungen wird eine Glimmlampe verwendet und für niederohmige Messungen eine Skalenlampenbirne. Die Stromversorgung befindet sich ebenfalls in diesem Holzkasten. Bild 6 zeigt die Schaltung für diese beiden Leitungsprüfer. Die Stromzuführung zu dem länglichen Holzkasten erfolgt über einen Sicherungsautomaten.

Der Arbeitstisch enthält rechts und links je vier Schubfächer, die zum Teil ein heraushebbares Zwischenfach besitzen. Diese Schubfächer dienen zur Aufbewahrung von Werkzeugen, Kleinmaterial, Blech- und Isolierstoffplatten und anderen Materialien. Das Schubfach in der Mitte des Tisches enthält Schreib- und Zeichenutensilien. Unterhalb des mittleren Schubfaches ist ein kleines Schrankfach angeordnet. Rechts und links befinden sich herausziehbare Platten zur Ablage von Gegenständen. Links vom Arbeitstisch steht ein kleiner Schrank, in dem Fachliteratur, vor allem Fachzeitschriften, untergebracht werden. Links an der Wand ist eine Holzplatte befestigt, an der sperriges Werkzeug aufgehängt wird. Darunter befindet sich eine Holzplatte, auf die die zahlreichen benötigten „Strippen“ gesteckt werden. Auf der Platte des Arbeitstisches ist rechts ein mittlerer Schraubstock befestigt. Diese Arbeitstisch-Kombination erfüllt alle Ansprüche des Radiobastlers und Funkamateurs, ist aber auch entsprechend teuer, wenn man sie in einer Tischlerei anfertigen läßt.

#### **1.4 Werkstatt für eine Kollektivstation**

Das Zentrum für die Ausbildung der am Funksport interessierten Jugendlichen sind die Kollektivstationen der Amateurfunker der Gesellschaft für Sport und Technik. Diese Kollektivstationen besitzen in den meisten Fällen die Voraussetzungen für die Durchführung einer Morseausbildung, für die Ausbildung in der Funk- und Betriebstechnik und für die Anleitung zum Selbstbau von funktechnischen Geräten. Dazu gehört eine nach den gegebenen Möglichkeiten eingerichtete Werkstatt, in der die beim Selbstbau von funktechnischen Geräten anfallenden Arbeiten durchgeführt werden können.

Bild 7 zeigt die ursprüngliche Raumaufteilung der Kollektivstation DM 3 BM, der der Autor mehrere Jahre angehörte. Das Leben der Mitglieder der Kollektivstation spielte sich in einem größeren Raum ab, in dem Morseunterricht durchgeführt wurde, einzelne Kameraden ihre Geräte bauten und auch die Amateurfunkstation betrieben wurde. Wurde Funkbetrieb in Telefonie durchgeführt, mußte bei Umschaltung auf Senden alles die Luft anhalten, um die Sendung nicht zu

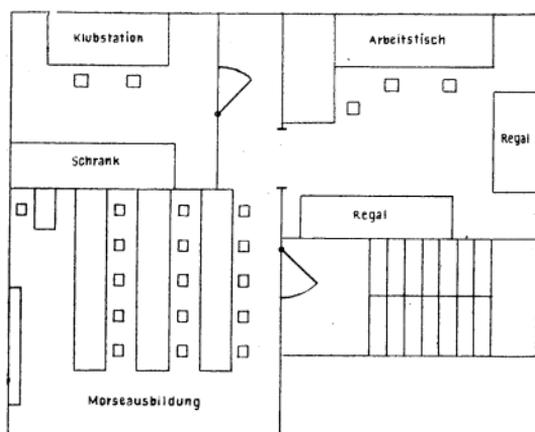


**Bild 7** Ungefähre Darstellung der alten Raumaufteilung der Kollektivstation DM 3 BM

stören. Die Folge war, daß die Amateurfunk-Kollektivstation DM 3 BM nur selten „in der Luft“ war. Nach einer Aussprache unter den Kameraden der Kollektivstation wurde beschlossen, in gemeinsamer Arbeit die Raumaufteilung entsprechend Bild 8 zu ändern.

Der als Lagerraum benutzte Raum erhielt einen Türdurchbruch. Die Wände wurden gekalkt und der Raum als Werkstatt eingerichtet. Im bisherigen Raum der Kollektivstation wurden zwei Wände eingezogen, die eine Ecke von etwa  $2,5 \cdot 4,5$  m abteilen. An der Schmalseite dieses abgeteilten Raumes wurde eine Tür angebracht. In dem abgeteilten Raum selbst wurde die Amateurfunk-Kollektivstation untergebracht. Ungestört vom Geschehen in den anderen Räumen kann jetzt Amateurfunkverkehr durchgeführt werden.

Der übrige Teil des früheren Raumes wurde für die Durchführung des Morseunterrichts und die Ausbildung in der Funk- und Betriebstechnik eingerichtet. Durch die Neuaufteilung der Räumlichkeiten ist also ein ungestörtes Nebeneinander des Amateurfunkverkehrs, der Ausbildung und der Werkstattarbeit möglich.

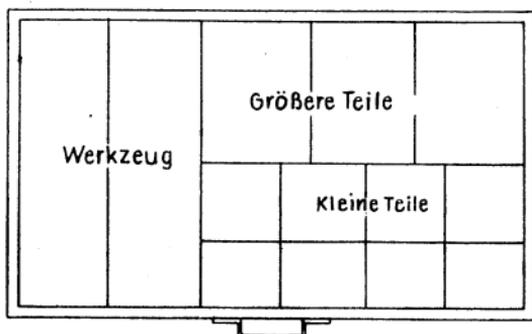


**Bild 8** Ungefähre Darstellung der neuen Raumaufteilung der gleichen Kollektivstation

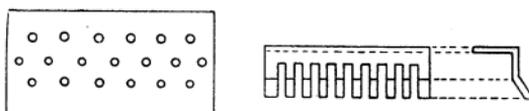
### 1.5 Zubehör zum Arbeitsplatz

Bevor wir auf die Beschreibung des für unsere praktische Arbeit notwendigen Werkzeuges eingehen, sollen noch einige Hinweise für Dinge gegeben werden, die uns die Arbeit am Arbeitsplatz erleichtern. Wie schon gesagt, wird das Schubfach des Arbeitstisches in einzelne, verschieden große Fächer unterteilt, in denen wir das kleinere Werkzeug und das übrige Kleinmaterial unterbringen können (Bild 9). Für das größere Werkzeug suchen wir uns einen Platz in einem anderen Schrank, in der Besenkammer oder anderswo. An einer Schmalseite des Tisches bringen wir senkrecht ein 20 mm starkes Holzbrett an, auf das wir unsere Verbindungsschnüre stecken. Zu diesem Zweck bohren wir in einem Abstand von 10 mm mit einem 4-mm-Bohrer Löcher, in die dann die Bananenstecker gesteckt werden (Bild 10). Die Verbin-

dungsschnüre selbst stellen wir aus gummiisoliertem, einpoligem Litzenkabel her. Die Längen dieser Verbindungsschnüre betragen 25, 50, 75 und 100 cm. Von jeder Länge stellen wir etwa vier bis sechs Stück her. An beide Enden kommt je ein Bananenstecker, dazu einige Krokodilklemmen, so daß die Leitungen beliebig verwendet werden können. Für Niederfrequenzzwecke fertigen wir noch einige Verbin-



**Bild 9** Das Schubfach des Arbeitstisches wird zur übersichtlichen Lagerung von Werkzeug und Bastelmaterial in verschieden große Fächer unterteilt



**Bild 10** Die Aufbewahrung der Verbindungsschnüre erfolgt entweder durch Einstecken in ein gebohrtes Brett oder auf einem geschlitzten Blech

dungsschnüre mit Abschirmung an. Abschirmung und Ader versehen wir an beiden Enden ebenfalls mit Bananensteckern.

Während auf die benötigten Radiobauteile im zweiten Band näher eingegangen wird, seien hier noch einige Bauteile genannt, die man in kleinen Stückzahlen vorrätig halten sollte. Neben normalen, zweipoligen Netzsteckern benötigt man

Telefonbuchsen, Bananenstecker, zweipolige Buchsen mit 19 mm Steckerabstand und zweipoliges Netzkabel. Für UKW gibt es besondere Bauteile, zweipolige Stecker, Buchsen und Kupplungen, die für die Verwendung an UKW-Flachbandkabel vorgesehen sind. Für HF-Koaxialkabel gibt es besondere Koax-Stecker und Koax-Buchsen.

## 2. WELCHES WERKZEUG BRAUCHEN WIR

Bevor wir in diesem Kapitel näher auf die einzelnen Werkzeuge eingehen, wollen wir kurz drei Normen für Werkzeugausrüstungen aufstellen.

Norm 1: Diesen Werkzeugsatz kann man als den unbedingt notwendigen ansehen. Er ist gedacht für Radiobastler, die erst anfangen und die nur ab und zu ein funktechnisches Gerät bauen.

Norm 2: Für den fortgeschrittenen Radiobastler, der auch ab und zu eine Bauanleitung verfaßt, sind einige Werkzeuge mehr notwendig. Diese werden nach und nach angeschafft.

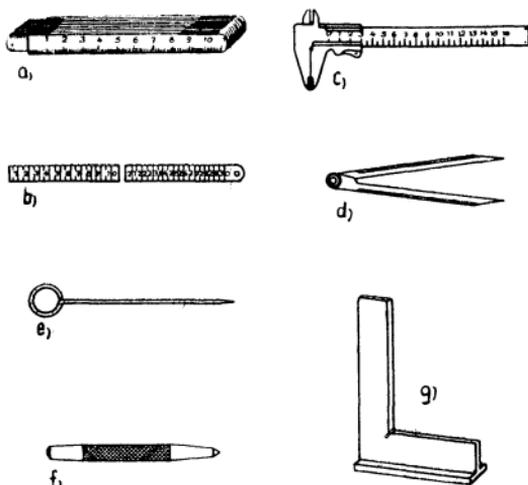
Norm 3: Diese Norm ist aufgestellt für die Werkzeugausrüstung von Amateurfunk-Kollektivstationen. Die Beschaffung dieser Werkzeuge ist meist durch den Patenbetrieb möglich, der entsprechende Werkzeuge zur Verfügung stellt. Außerdem enthält in den meisten volkseigenen Betrieben der Betriebskollektivvertrag finanzielle Mittel für die Unterstützung der GST-Arbeit.

Die aufgestellten Normen sind natürlich kein Dogma, sondern nur Vorschläge, die man je nach Wunsch und finanziellen Mitteln abwandeln kann. Die einzelnen Normen sind im Tabellenanhang aufgeführt.

### 2.1 Prüf- und Meßmittel

Eine wichtige Voraussetzung beim Bearbeiten von Werkstücken ist die Einhaltung der durch eine Zeichnung festgelegten Abmessungen. Daher muß vor, während und nach der Bearbeitung das Werkstück gemessen werden. Diese Prüfung auf Maßhaltigkeit erfolgt mit Meßwerkzeugen. Die Einhaltung der z. B. in einer Bauanleitung geforderten Abmessungen gibt die Gewähr, daß alle Teile nach ihrer Fertigstellung auch zusammenpassen. Wenn man sich also durch korrektes Messen von der richtigen Ausführung der Arbeit überzeugt, so werden Pannen vermieden. Es ist deshalb erforderlich, daß man seine Meßmittel pfleglich behandelt. Bild 11 zeigt verschiedene Meßmittel, die in der Praxis angewendet werden.

Für die Längenmessung benutzt man dünne Stahlmeßbänder, die im Handel in den Längen 300 mm und 500 mm erhältlich sind. Auf der unteren Teilung kann man Maße auf den Millimeter genau bestimmen, während die obere Teilung sogar von 0,5 mm zu 0,5 mm geht. Man kann also bequem ein Maß von z. B. 62,5 mm ablesen. Für größere Län-



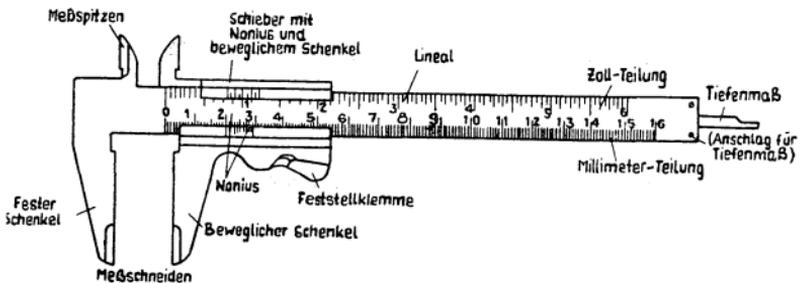
**Bild 11** Meß- und Anreiß-Mittel; Gliedermaßstab (a), Stahlmeßband (b), Schieblehre (c), Spitzzirkel (d), Reißnadel (e), Körner (f) und Anschlagwinkel (g)

gen nimmt man Rollstahlmeßbänder mit einer Länge von 2 m, die in einer Hülse zusammengerollt werden. Diese Rollmeßbänder sind oben und unten mit einer Millimeter-Teilung versehen.

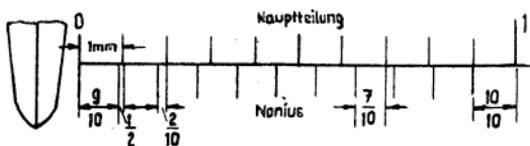
Gliedermaßstäbe aus Holz, Stahl oder Leichtmetall verwendet man nur zu orientierenden Messungen, da sie mitunter erhebliche Differenzen aufweisen. Die Messung mit dem dünnen Stahlmeßband erfolgt fast parallaxenfrei, da die Teilung unmittelbar auf der zu messenden Fläche aufliegt. Bei stärkeren Linealen muß man diesen Punkt besonders beachten. Meßlineale, bei denen die Teilung auf einer Fase eingraviert ist, sind in diesem Falle günstiger.

Fast ein Universal-Meßwerkzeug ist die Schieblehre. Mit ihr lassen sich neben Längen und Dicken auch Außen- und

Innendurchmesser sowie Tiefenmaße bestimmen. Bild 12 zeigt eine Schieblehre, die sowohl eine metrische als auch eine Zollteilung besitzt. Mit der Schieblehre können Messungen bis auf  $\frac{1}{10}$  mm genau ausgeführt werden. Zu diesem Zweck ist der Nonius auf der Fase über der metrischen Teilung ein-



**Bild 12** Einzelheiten an der Schieblehre



**Bild 13** Ansicht der Noniusskala bei geschlossenen Schenkeln

graviert. Der Nonius ist 9 mm lang und in zehn gleiche Teile geteilt. Stehen die Schenkel beieinander, so ergibt sich eine Einstellung nach Bild 13. Mißt man die Dicke eines Werkstückes, so bestimmt man zunächst die Anzahl der ganzen Millimeter. Diese Zahl liest man links vom Nullstrich des Nonius auf der Hauptteilung ab. Die Zehntelmillimeter bestimmt man, indem festgestellt wird, welcher Noniusstrich sich mit einem Teilstrich der Hauptteilung deckt. Ist es der fünfte Teilstrich des Nonius, dann ist das abgelesene Millimetermaß um  $\frac{5}{10}$  Millimeter größer. Ist es der achte Noniusstrich, dann ist das abgelesene Maß  $\frac{8}{10}$  Millimeter größer. Bild 14 zeigt ein Meßbeispiel für das Maß 12,7 mm.

Für sehr genaue Messungen wird die Meßschraube verwendet. Sie erlaubt Messungen mit einer Genauigkeit von

$\frac{1}{100}$  Millimeter. Bei einer Steigung der Gewindespindel von 0,5 mm enthält die Feinskala auf der Außenhülse 50 Skalenteile. Jeder Teilstrich bedeutet  $\frac{1}{100}$  mm.



**Bild 14** Meßbeispiel für das Maß 12,7 mm.

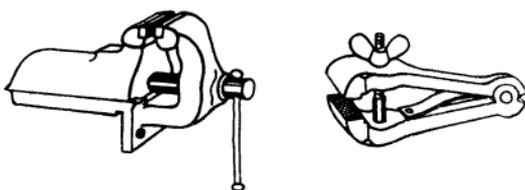
Zum Prüfen von rechten Winkeln, Ebenen, Kanten und zum Anreißen senkrecht aufeinanderstoßender Linien verwendet man einen Anschlagwinkel. Zum Anreißen wird eine Reißnadel benutzt, deren Spitze gehärtet ist. In dem Werkstoff hinterläßt die Reißnadel einen geringfügigen Riß. Das muß man bei weichen Werkstoffen beachten. Deshalb werden Aluminiumbleche grundsätzlich nur mit einem weichen Bleistift angerissen. Es kann sonst passieren, daß das Aluminiumblech beim Biegen an der Rißlinie bricht. Beim Anreißen wird die Reißnadel in der Bewegungsrichtung etwas geneigt.

Bohrungen und Rißlinien, die bei der Bearbeitung des Werkstückes verwischt werden können, werden angekört. Der Winkel der Körnerspitze beträgt etwa 60 Grad. Mit einem Hammer von 200 Gramm erhält der Körner nach dem Aufsetzen einen leichten, kurzen Schlag. Er hinterläßt in dem Werkstoff eine entsprechende Vertiefung. Bei Bohrlochern kann man bequem in dieser Vertiefung den Bohrer ansetzen. Für das Anreißen von Kreisen verwendet man einen Spitzzirkel mit gehärteten Spitzen. Der Kreismittelpunkt wird angekört.

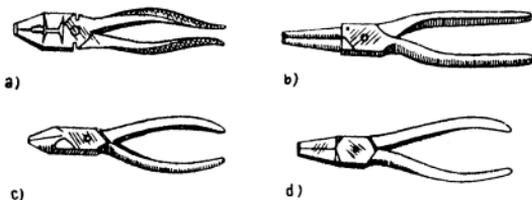
## 2.2 Spannwerkzeuge

Zu den Spannwerkzeugen zählt in erster Linie der Schraubstock. In diesen wird das Werkstück zur Bearbeitung eingespannt. Grundsätzlich werden nur Schraubstöcke mit

Parallelführung verwendet. Die Stahlbacken dieser Schraubstöcke bewegen sich stets parallel zueinander und halten dadurch das Werkstück gleichmäßig fest. Zur Schonung des Werkstückes werden Backen aus Aluminium, Blei oder Holz eingelegt. Das Einspannen von Werkstücken, die auf einer Maschine bearbeitet werden sollen, erfolgt mittels Maschinenschraubstock. Für das Einspannen und Festhalten kleinerer Werkstücke benutzt man einen Feilkloben, dessen Backen durch Flügelmutter und Blattfeder verstellbar werden können. Bild 15 zeigt verschiedene Spannwerkzeuge.



**Bild 15** Spannwerkzeuge; links Parallelschraubstock und rechts Feilkloben



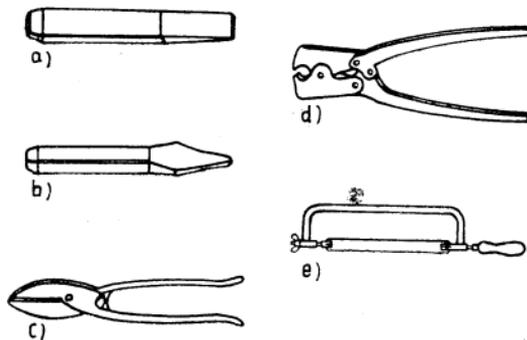
**Bild 16** Zangenformen; Kombinationszange (a), Rundzange (b), Seitenschneider (c), Flachzange (d)

Die Zangen mit ihren vielfältigen Formen (Bild 16) gehören ebenfalls zu den Spannwerkzeugen. Flach- und Schnabelzangen verwendet man zum Biegen und zum Festhalten kleinerer Teile. Mit der Rundzange lassen sich Drähte und Blechstreifen biegen. Meist verwendet man sie zum Biegen von Ösen an Drahtenden, wenn diese durch Schrauben festgehalten werden sollen. Viel verwendet wird die Kombinationszange, die eine Kombination von Flach- und Rohrzange

mit einem Seitenschneider darstellt. Für die Anwendung in der Elektrotechnik ist die Kombinationszange (auch Kombizange genannt) gummiisoliert.

### 2.3 Trennwerkzeuge

Das Trennen von Werkstücken kann auf verschiedene Weise geschehen, so durch Meißeln, Schneiden oder Sägen. Zum Meißeln verwendet man den Flachmeißel und für schmale Nuten den Kreuzmeißel. Die Meißel werden aus zähem Werkzeugstahl hergestellt. Beim Flachmeißel sind Schaft und Schneide gleich breit. Der Keilwinkel liegt zwischen 40 und 60 Grad. Zum Trennen von Blechen oder anderem dünnen Material benutzt man eine Handblechschere. Diese Arbeit ist zeit- und kraftsparend, da die Hebelwirkung an den beiden Schenkeln der Schere ausgenutzt wird. Man verwendet für die Handblechschere die Berliner Form, die sich durch lange, gerade Schneiden auszeichnet. Beim Einkauf sollte darauf geachtet werden, daß die Hubbegrenzung vorn liegt



**Bild 17** Trennwerkzeuge; Flachmeißel (a), Kreuzmeißel (b), Handblechschere (c), Hebelvorschneider (d) und Handbügelsäge (e)

und nicht am hinteren Ende der Schenkel. Dort klemmt man sich oft beim schnellen Schließen der Schere den Handballen ein. Bild 17 zeigt einige Trennwerkzeuge.

Zum Trennen oder Aussägen kleiner Öffnungen bei dünnen Blechen oder Isolierstoffen kann sehr gut die aus den Jugendjahren herübergerettete Laubsäge dienen. Man muß

nur die entsprechenden Laubsägeblätter verwenden. Bei weicheren Werkstoffen kann die Sägezahnzahl des Laubsägeblattes geringer sein als bei härteren Werkstoffen. Aber bei stärkeren Werkstücken versagt die Laubsäge auf Grund ihres feinen Sägeblattes. Man verwendet dann eine Handbügelsäge, in die ein meist zweiseitiges Sägeblatt eingespannt wird. Um zu verhindern, daß bei größeren Schnitten die Säge klemmt, werden die Sägeblätter entweder gestaucht, gewellt oder geschränkt. Die Aufnahmestücke für das Sägeblatt sind kreuzweise geschlitzt, so daß man das Sägeblatt in zwei senkrecht zueinander stehende Richtungen einspannen kann. Über einen Spanner mit Flügelmutter kann das Sägeblatt gespannt werden.

Für das Trennen von Drähten ist ein Seitenschneider erforderlich. Da dieser für das Trennen von Kupfer- bzw. Aluminiumdrähten ausgelegt ist, sollte man das Kürzen von zu langen Schrauben mit Hilfe des Seitenschneiders unterlassen. Dafür verwendet man besser den sogenannten Hebelvorschneider, bei dem ein zweites Gelenk das Übersetzungsverhältnis zu den Schneidbacken vergrößert. Außerdem haben die Schneidbacken des Hebelvorschneiders eine stärkere Schneide als der Seitenschneider.



**Bild 18** Schlagwerkzeuge; links Schlosserhammer und rechts Holzhammer

## 2.4 Schlagwerkzeuge

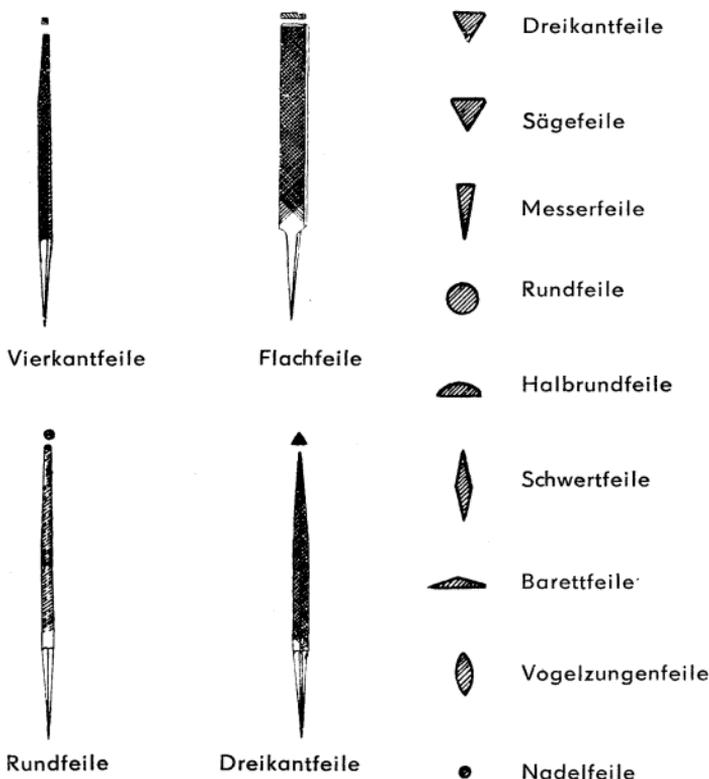
Für unsere Arbeiten genügen ein Hammer von 200 g und einer von 500 g. Beim Schlagen haben die auftretenden Fliehkräfte das Bestreben, den Hammer vom Stiel zu ziehen. Deshalb muß man darauf achten, daß der Hammer fest verkeilt auf dem Stiel sitzt. Zum Richten von Blechen soll man keinen gewöhnlichen Hammer verwenden, da durch das Schlagen das Blech gestreckt wird. Zum Richten verwendet man deshalb einen Holzhammer aus Weißbuche oder einen Einsatzhammer mit einem Einsatz aus Plastwerkstoff. Bild 18 zeigt einige Schlagwerkzeuge.

## 2.5 Feilen

Um ein Werkstück auf das genaue Maß zu bringen, Trennstellen nachzuarbeiten, Kanten zu entgraten oder zu runden, verwendet man die Feile. Sie besteht aus dem Blatt und der Angel. Ein vorgebohrtes Heft wird auf die Angel gepreßt, damit man die Feile bequem anfassen kann. Das Heft muß fest auf der Feile sitzen, damit man sich nicht die Hand an der spitzen Angel verletzt. Die verschiedenen Feilen unterscheiden sich einmal in der Hiebweite und zum anderen in der Form des Blattes (Bild 19). Die verschiedenen Hiebweiten gliedern sich in

Grobhieb  
Bastardhieb  
Grobschlichthieb

Schlichthieb  
Feinschlichthieb



**Bild 19** Verschiedene Feilen-Querschnittsformen

Je kleiner die Hiebweite ist, um so feiner sind die beim Feilen erzeugten Bearbeitungsriefen. Man unterscheidet zwischen Einhiebsfeilen, Doppelhiebsfeilen, gefrästen Feilen und Feilen mit Raspelhieb. Für die Bearbeitung von Kupfer und Leichtmetallen verwendet man Einhiebsfeilen oder gefräste Feilen. Harte Metalle wie Stahl oder Gußeisen und Pertinax bearbeitet man mit der Doppelhiebsfeile. Die Raspelfeile setzt man ein bei Holz oder Leder.

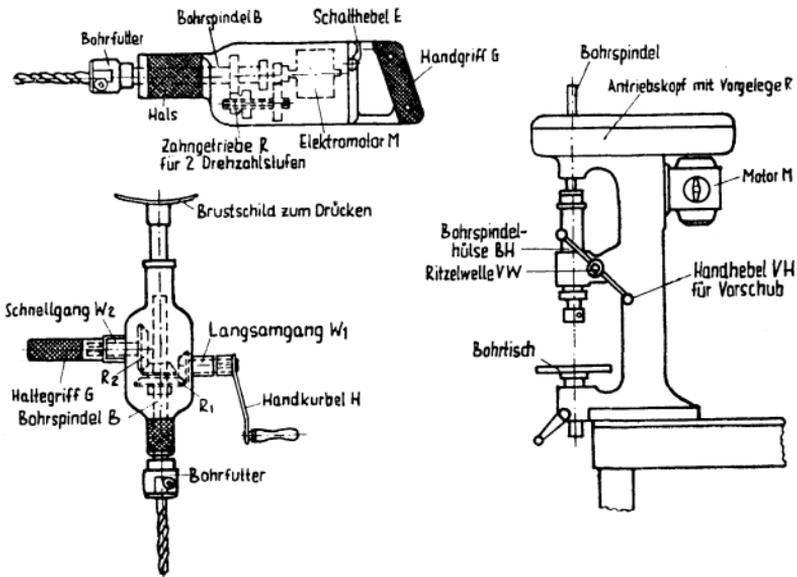
Diese Feilen werden in verschiedenen Größen hergestellt. Kleine Feilen, die nicht mit einer Angel enden, sondern in einem Rundstab auslaufen, nennt man Nadelfeilen. Das Säubern der Feilen geschieht mit einer Feilenbürste. Festsitzende Späne soll man nie mit einer Reißnadel entfernen, sondern dazu ein Stück Messing- oder Aluminiumblech verwenden.

## **2.6 Bohrwerkzeuge**

Das einfachste Bohrwerkzeug, das wir allerdings nur bei Holz verwenden können, ist der Nagelbohrer. An der Spitze besitzt er ein Holzschraubengewinde, das beim Einschrauben in das Holz das axial angeordnete Messer nachzieht. Aus unserer Kinderzeit ist auch bestimmt noch der Drillbohrer bekannt, den wir allerdings nur bei dünnen Werkstoffen einsetzen können. Zu den einfachen Bohrmaschinen zählt noch die Bohrwinde (Brustleier), die entweder ein Bohrfutter besitzt oder für Bohrer mit Vierkantschaft ausgelegt ist. Bei den Handbohrmaschinen unterscheidet man zwei Typen. Die einfache Handbohrmaschine besitzt nur eine Bohrgeschwindigkeit und ein offenes Kegelradgetriebe. Bei ungeschickter Handhabung kann man sich an diesem Getriebe leicht verletzen. Wesentlich vorteilhafter sind die Handbohrmaschinen mit Zweiganggetriebe. Der Wechsel der Bohrgeschwindigkeit erfolgt bei den meisten Konstruktionen durch Umwechsell der Handkurbel und des Haltegriffes. Diese Handbohrmaschinen gibt es bis zu Bohrerdurchmesser von 6, 10 oder 13 mm.

Mit wesentlich größeren Bohrgeschwindigkeiten arbeitet die elektrische Handbohrmaschine. Meist ist sie umschaltbar auf zwei Geschwindigkeiten, die Größe geht bis zu einem

Bohrerdurchmesser von 25 mm. In Verbindung mit einem Bohrständer läßt sich die elektrische Handbohrmaschine zur Tischbohrmaschine erweitern, mit der wesentlich genauere Bohrungen hergestellt werden können. Beim Arbeiten mit der elektrischen Handbohrmaschine ist darauf zu achten, daß stets eine Schutzerde benutzt wird (Schuko-Betrieb). Bild 20 zeigt einige Bohrmaschinen.

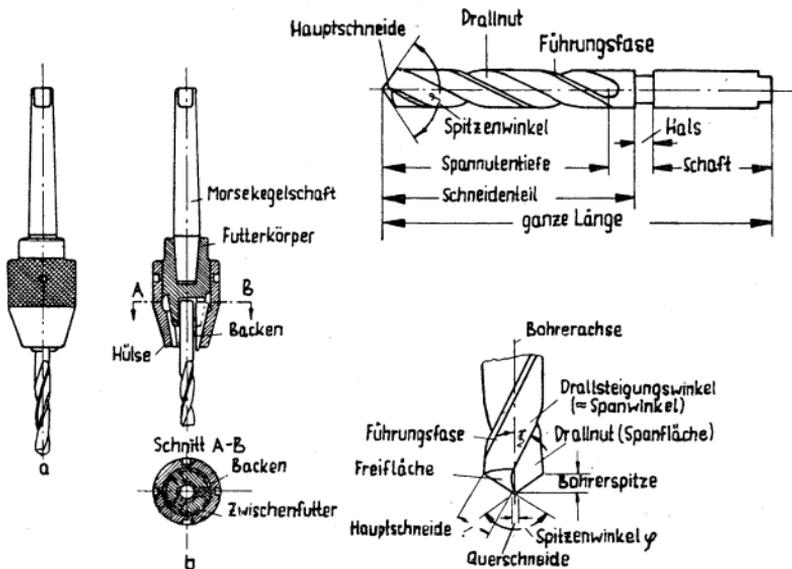


**Bild 20** Bohrmaschinen; links oben elektrische Handbohrmaschine für zwei Drehzahlen, links unten Handbohrmaschine für zwei Drehzahlen und rechts Tischbohrmaschine mit mehreren Bohrgeschwindigkeiten

In manchen Kollektivstationen ist eine elektrische Tischbohrmaschine vorhanden. Die Umschaltung der Bohrgeschwindigkeit erfolgt bei modernen Tischbohrmaschinen durch eine Umschaltung des Getriebes oder des Motors. Ältere Ausführungen besitzen einen Riemenantrieb mit Riemenscheiben verschiedenen Durchmessers.

Zum Einspannen des Bohrers dient ein Dreibacken-Bohrfutter. Die drei um 120 Grad versetzten Backen werden beim Spannen fest an den zylindrischen Schaft des Bohrers gepreßt, wodurch der Bohrer gleichzeitig zentriert wird. Um

ein Nachrutschen des Bohrers während des Bohrens zu verhindern, ist der Bohrer bis zum Anschlag in das Bohrfutter einzuspannen. Bild 21 zeigt das Bohrfutter und den Spiralbohrer.



**Bild 21** Bohrwerkzeuge; links Dreibackten-Bohrfutter mit konischem Schaft, rechts oben Spiralbohrer mit Bezeichnung der Einzelheiten und rechts unten die Bohrerspitze mit den entsprechenden Winkeln

Zum Herstellen der Bohrungen selbst wird der Spiralbohrer verwendet. An der unteren Seite des Bohrers befinden sich die beiden Hauptschneiden. In das untere Schaftteil des Bohrers sind zwei Drallnuten eingefräst, die zur Abführung der bei der Bohrung entstehenden Späne dienen. Damit der Umfang des Bohrers nicht an der Bohrlochwandung reibt, ist der Außenmantel bis auf eine schmale Führungsfase hinterschliffen. Das richtige Anschleifen des Spiralbohrers ist eine Kunst für sich. Beide Hauptschneiden müssen gerade laufen und hinterschliffen sein, damit der Bohrer nicht quetscht. Der Spitzwinkel, den die beiden Hauptschneiden miteinander bilden, ist für verschiedene Werkstoffe verschieden groß (Bild 21).

Aluminiumlegierungen	130 bis 140°
Messing (Ms 58, Ms 60)	130°
Kupfer, Messing (Ms 80, Ms 90)	120 bis 125°
Stahl, Grauguß	116 bis 118°
Hartpapier	80 bis 90°
nichtgeschichtete Preßstoffe, Trolitul	50 bis 60°
Hartgummi	30 bis 40°

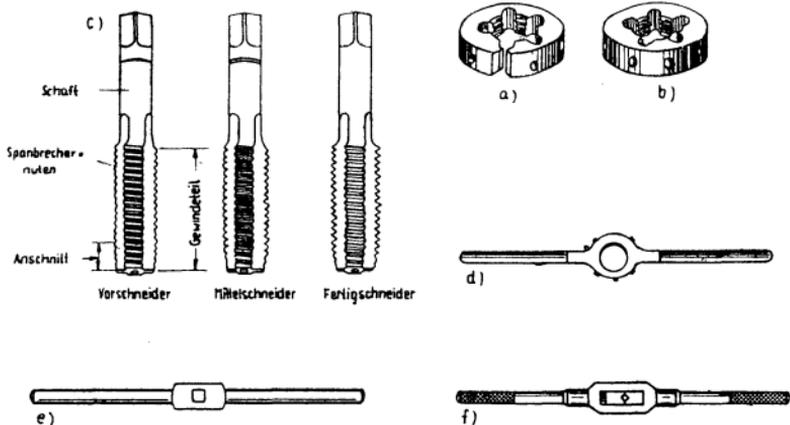
Beim Senken beträgt der Spitzenwinkel für Senk- und Linsen-senkschrauben 90° und für Senknieten 75°. Die Senktiefe kann bei Tischbohrmaschinen mit einem verstellbaren Anschlag festgelegt werden. Zum Herstellen von größeren runden Durchbrüchen bei Blechen verwendet man den Kreis-schneider. Er wird mit seinem Schaft wie ein Spiralbohrer eingespannt. An einem Querbalken sitzt ein kleiner Drehstahl, der aus dem Blech eine entsprechende kreisförmige Nut ausspant.

## 2.7 Gewindeschneidwerkzeuge

Bei den Gewinden unterscheidet man zwischen den Außengewinden (z. B. Schrauben) und den Innengewinden (z. B. Muttern). Im Rahmen dieses Büchleins interessiert uns nur das Gewindeschneiden von Hand. Außengewinde werden mit ringförmigen Schneideisen geschnitten, die in einem Schneideisenhalter eingespannt sind. Das Schneideisen kann man als eine Mutter ansehen, bei der durch Aussparungen das Gewinde in kleine Schneidstähle aufgeteilt wurde. Für jede Gewindeform und -größe muß ein anderes Schneideisen verwendet werden. Da uns nur die metrischen Gewinde interessieren, trägt das Schneideisen für ein 3 mm Außengewinde die Bezeichnung „M 3“. Im Gegensatz zum Arbeiten mit dem Gewindebohrer wird das Außengewinde in einem Arbeitsgang fertiggeschnitten.

Das Innengewinde schneidet man mit Hilfe von Gewindebohrern in ein vorgebohrtes Loch. Da die Spanabfuhr ungünstiger ist als beim Schneiden eines Außengewindes, wird das Innengewinde in drei Arbeitsgängen geschnitten. Der Vorschneider nimmt etwa 60 Prozent des zu entfernenden Werkstoffes weg und der Mittelschneider etwa 30 Pro-

zent. Der Fertigschneider bringt das Innengewinde auf das Nennmaß. Die Gewindebohrer besitzen am oberen Schaftende einen Vierkant, auf den das zum Drehen notwendige Windeisen aufgesetzt wird. Am besten eignet sich dazu ein verstellbares Windeisen, bei dem der Gewindebohrer immer in der Mitte sitzt, so daß gleich lange Hebelarme die Drehbewegung hervorrufen. Im Grunde genommen stellt ein Gewindebohrer eine Schraube dar, bei der Nuten zur Spanabfuhr eingefräst sind. Vor-, Mittel- und Fertigschneider tragen zu ihrer Kennzeichnung entweder die Zahlen 1 bis 3 oder eine entsprechende Anzahl Ringe am oberen Schaftende. Beim Schneiden von nicht zu langen Gewinden in Durchgangslöchern kann man den Maschinengewindebohrer verwenden, bei dem Vor-, Mittel- und Fertigschneider hintereinander auf einem Schaft sitzen. Dadurch kann man das Innengewinde in einem Arbeitsgang schneiden. Bild 22 zeigt diese Gewindeschneidwerkzeuge.

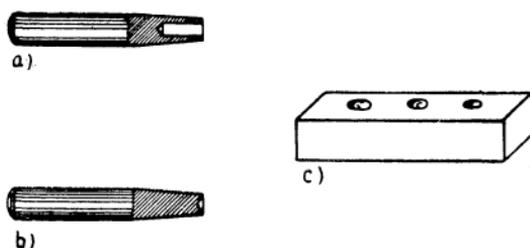


**Bild 22** Gewindeschneidwerkzeuge; offenes Schneideisen (a), geschlossenes Schneideisen (b), ein kompletter Satz Gewindebohrer (c), Schneideisenhalter (d), Einlochwindeisen (e) und verstellbares Windeisen (f) für Gewindebohrer

## 2.8 Nietwerkzeuge

Während das Verschrauben eine jederzeit lösbare Verbindung ist, zählt die Nietverbindung zu den unlösbaren Verbindungen. Nur durch Zerstörung des Verbindungsteiles (z. B. Aufbohren) läßt sich die Nietverbindung wieder lösen.

Während man bei einer Nietverbindung mit beiderseits einem Senkkopf nur einen Hammer und eine glatte, ebene Unterlage benötigt, sind bei Nietverbindungen mit halbrunden Köpfen einige Werkzeuge notwendig, wie sie Bild 23 zeigt.



**Bild 23** Nietwerkzeuge; Nietzieher (a), Nietkopfschneider (b) und Gegenhalter (c) zum Einspannen in den Schraubstock

Mit dem Nietenzieher werden die zu verbindenden Teile aneinandergedreht. Der Gegenhalter enthält eine Senkung, die den am Niet befindlichen Setzkopf aufnimmt, damit er bei der Nietung nicht verformt wird. Mit dem Kopfschneider wird dann der Schließkopf der Nietverbindung geformt. Die Schaftlänge des verwendeten Nietes soll daher nur so weit überstehen, daß der Schließkopf gebildet werden kann. Diese Zugabe  $z$  beträgt für den Nietdurchmesser  $d$

Halbrundkopf	$z = 1,5 d$
Senkkopf	$z = 0,5 d$

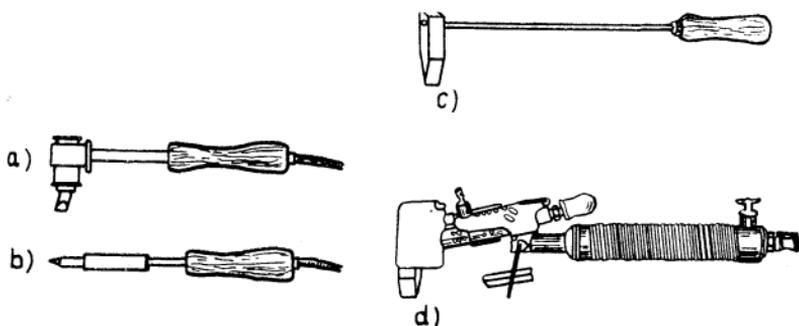
Der Senkwinkel für den Senkkopfniet beträgt  $75^\circ$ . Da der Niet beim Schlagen gestaucht wird, muß der Bohrdurchmesser etwas größer sein als der Durchmesser des Nieschaftes.

## 2.9 Lötwerkzeuge

Zu den wichtigsten Arbeitsvorgängen zählt beim Radiobasteln das Löten. Alle leitenden Verbindungen zwischen den Bauelementen eines funktechnischen Gerätes werden durch eine Lötung hergestellt. Dazu benötigt man ein Lot und einen erhitzten LötKolben. Beim Löten unterscheidet man zwischen der Hartlötung und der Weichlötung. Für die Radiopraxis kommt aber nur die Weichlötung in Frage. Als Lot wird Löt-

zinn 60 (60 Prozent Zinn, 40 Prozent Blei) verwendet, dessen Schmelzpunkt bei  $185^{\circ}\text{C}$  liegt. Da bei der Erwärmung der zu lötenden Stelle eine Oxydation auftritt, die ein Haften der Metalle verhindert, verwendet man ein sogenanntes Flußmittel. Dieses zerstört die Oxydschicht, und das Lot fließt. In der Radiopraxis sollte man unbedingt darauf achten, daß nur säurefreie Flußmittel verwendet werden. Es kommt deshalb als Flußmittel nur reines Kolophonium oder in Spiritus gelöstes Kolophonium in Frage (Mischungsverhältnis 1:1). Für die Radiopraxis gibt es auch Lötzinndrähte, die eine Kolophoniumader enthalten. Dadurch wird die Lötarbeit wesentlich vereinfacht. Für stärker oxydierte und schwer lötbare Stellen kann man zweckmäßig als Flußmittel auch Harnstoff benutzen, der ebenso wie Kolophonium angewandt wird und für die Lötstelle ungefährlich ist, aber ein intensiveres Flußmittel darstellt.

LötKolben gibt es in den verschiedensten Ausführungen. In der Radiopraxis verwendet man einen elektrischen LötKolben von etwa 60 bis 100 Watt. Bei diesen LötKolben heizt eine Heizspirale die Kupferspitze auf ungefähr  $250^{\circ}\text{C}$ . Die Kupferspitze kann gerade oder gebogen sein. Sie wird vorn in Form einer Schraubenzieherklinge gefeilt. Bei längerem Betrieb kann durch zu große Erwärmung die Kupferspitze leicht verzundern. Durch Nachfeilen oder ständiges Reinigen mit einer Drahtbürste hält man die Kupferspitze sauber. Bei größeren LötPausen sollte man durch einen Vorwiderstand



**Bild 24** Lötwerkzeuge; elektrischer LötKolben größerer Leistung (a), normaler RadiolötKolben (b), HammerlötKolben (c) und BenzinlötKolben (d)

die Leistungsaufnahme des LötKolbens verringern. Sauberkeit der Kupferspitze und ihre gute Verzinnung sind maßgebend für eine einwandfreie Lötung. Bekannt ist noch der HammerlötKolben, der lediglich aus einer gehalterten Kupferspitze besteht. In einem offenen Feuer oder mit einer Lötlampe wird die Kupferspitze zum Löten erwärmt. Diesen HammerlötKolben verwendet man vorteilhaft bei Portable-Einsätzen, wenn kein elektrischer Anschluß in der Nähe ist. Bild 24 zeigt verschiedene Ausführungsformen von LötKolben.

Mit größeren elektrischen LötKolben (ungefähr 500 Watt) bereitet das Löten von Kupferblechen, Messingblechen, Weißblechen oder stark verkupferten Eisenblechen keine Schwierigkeiten. Dagegen muß man bei Aluminiumblech besondere Verfahren anwenden. Infolge der starken Oxydschicht, die sich bei der Erwärmung des Aluminiumblechs sofort bildet, reichen die bekannten Flußmittel wie Lötwasser, Lötpaste oder Kolophonium nicht mehr aus. In neuerer Zeit setzt sich daher immer mehr das Ultraschall-Löten von Aluminiumblech durch, bei dem die Ultraschall-Vibrationen die Oxydhaut zerreißen und das Lot mit dem Aluminiumblech eine innige Verbindung eingehen kann.

### 3. MIT WELCHEN WERKSTOFFEN HABEN WIR ZU TUN

#### 3.1 Eisenmetalle

Die verwendeten Eisensorten sind Legierungen des Eisens mit verschiedenen anderen Elementen. Man verwendet es in der Radiopraxis in Form von Blechen, Winkeleisen oder Rundmaterial. Zum Bau von Chassis und Gehäusen wählt man je nach der Beanspruchung Blechstärken zwischen 0,5 und 2 mm. Da Eisen sehr leicht rostet, muß es allseitig mit einer haltbaren Farbe gestrichen werden. Besser ist es, das Eisenblech galvanisch, z. B. durch Verkupfern oder Kadmiieren, behandeln zu lassen. Da Eisen magnetische Eigenschaften aufweist, ist es zur Abschirmung von Magnetfeldern gut geeignet. Allerdings muß man bei der Verwendung des Eisens darauf achten, daß es nicht im Magnetfeld von Hochfrequenzkreisen liegt, dabei würden unkontrollierbare Verluste entstehen. Beim Bau von Netzgeräten und Niederfrequenzverstärkern ist Eisen in jedem Falle angebracht.

Siliziumhaltige Eisenbleche bezeichnet man als Dynamo- oder Transformatorenblech. Sie werden als Kernmaterial (M-Schnitt, E/I-Schnitt) für Netztransformatoren, NF-Übertrager, Siebdrösseln usw. verwendet. Eisenlegierungen mit Aluminium, Nickel und Kobalt bilden magnetische Werkstoffe für Permanentmagneten, z. B. für Lautsprecher (Alnico).

Infolge der mit der Frequenz steigenden Wirbelstromverluste verwendet man für Hochfrequenzspulen Massekernwerkstoffe, die aus feinkörnigem Eisenpulver und Isolier-Bindemitteln bestehen. Diese Massekerne werden in den verschiedensten Formen im Spritz- oder Preßverfahren hergestellt. In neuerer Zeit verwendet man anstelle von Eisenpulver sogenannte Ferrite. Ferrite sind magnetische, nichtmetallische Kristalle, die eine Verbindung von dreiwertigem Eisenoxyd ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) mit einem oder mehreren Oxyden zweiwertiger Metalle darstellen. Der Vorteil der Ferrite liegt in der geringen elektrischen Leitfähigkeit, so daß die Wirbelstromverluste gering sind. Durch die höhere Permeabilität ist auch die Spulengüte groß, da die wenigen notwendigen Windungen den Kupferverlust gering halten.

### 3.2 Nichteisenmetalle

Das wichtigste in der Radiopraxis verwendete Nichteisenmetall ist Aluminium und seine Legierungen. Infolge seines geringen spezifischen Gewichts zählt es zu den Leichtmetallen. Es wird vorwiegend zum Bau von Chassis und Einzelteilen in den Stärken von 1,5 bis 3 mm verwendet. Für den Antennenbau im UKW- und Fernsehbereich braucht man Aluminiumrohre. Reinaluminium wird in der Elektrotechnik auch anstelle von Kupfer als Leitermaterial benutzt. Da Aluminium ohne besondere Hilfsmittel nicht gelötet werden kann, werden in der Radiopraxis kaum Aluminiumdrähte eingesetzt. Elektrische Verbindungen z. B. an Chassis aus Aluminium, werden durch Verschraubung hergestellt.

Bei allen metallischen Verbindungen von verschiedenartigen Werkstoffen muß man auf die dabei auftretende Kontaktkorrosion achten. Je nach der Stellung der verwendeten Metalle in der elektrolytischen Spannungsreihe bildet sich im Freien oder Feuchten ein Spannungspotential, das die Korrosion hervorruft. Während Verbindungen von Aluminium mit Eisen oder Zink möglich sind, soll man Aluminium und Kupfer nicht direkt zusammenbringen. Für den Chassisbau verwendet man ein mittelhartes Aluminiumblech. Das unter dem Namen Duraluminiumblech bekannte Blech muß vor dem Biegen warm gemacht werden, da es sonst bricht.

Fast ebenso vielseitig wie Aluminium ist die Anwendung von Kupfer in der Radiopraxis. Auf Grund des guten elektrischen Leitvermögens wird es in erster Linie als Leitermaterial verwendet. So als Kupfer-Lack-Draht für Transformatoren, als Schaltdraht für funktechnische Geräte, als Koaxialkabel oder Bandleitung für Antennen, als HF-Litze für Hochfrequenzspulen usw. Da Kupfer sich gut löten läßt, verwendet man es auch gern für dichte Abschirmungen. Billiger ist Messingblech, das ebenso gut lötbar ist. Messing ist eine Kupfer-Zink-Legierung. Federhartes Messingblech (63 Prozent Kupfer, 37 Prozent Zink) verwendet man als federndes Kontaktmaterial für Wellenschalter, Relais usw.

Silber wird nur in Form von galvanischen Überzügen verwendet. Bekanntlich ist die elektrische Leitfähigkeit von Silber noch besser als die des Kupfers. Im Bereich der höheren

Frequenzen (KW und UKW), wo die Stromverdrängung infolge des Skin-Effektes bereits eine Rolle spielt, verwendet man versilberte Kupferspulen. Den Vorgang kann man sich so vorstellen, daß der hochfrequente Wechselstrom nur auf der Oberfläche des Leiters fließt. Wird dieser versilbert, so hat man die Gewähr, alles für eine gute elektrische Leitfähigkeit getan zu haben. In der Dezimetertechnik geht man sogar so weit, die Lechersysteme aus versilberten Keramik-Rundstäben aufzubauen, da ja im Innern sowieso kein Energietransport stattfindet.

Widerstandsdrähte, wie sie bei Drahtwiderständen, Meßwiderständen oder Schiebewiderständen verwendet werden, z. B. Nickelin, Manganin, Konstantan, sind Legierungen aus Kupfer, Nickel und Mangan.

### **3.3 Nichtmetallische Werkstoffe**

Die nichtmetallischen Werkstoffe haben den Vorteil, daß sie, elektrisch gesehen, Nichtleiter sind. Man bezeichnet sie daher landläufig auch als „Isolierstoffe“. Das trifft allerdings nicht in jedem Fall zu, da man dabei allerhand Überraschungen erleben kann. So kann z. B. schwarzer Gummi, wie man ihn zur Isolierung des Fußbodens verwendet, besser leitend sein, als man allgemein annimmt. Ist nämlich der Gummi mit Ruß geschwärzt worden, so stellt die Gummiplatte praktisch einen Kohlewiderstand dar. Auch mancher Sendeamateur kann Wunderdinge über das Verhalten von solchen „Isolierstoffen“ berichten. Also muß man bei der Anwendung von Isolierstoffen beachten, für welche Zwecke man sie verwenden will.

Einer der bekanntesten nichtmetallischen Werkstoffe ist Pertinax oder Hartpapier. Papierbahnen werden mit einem Kunstharz getränkt und getrocknet. Anschließend werden je nach der Stärke des Pertinax diese getränkten Papierbahnen unter hoher Temperatur und hohem Druck zusammengepreßt. Man erhält so Pertinax-Platten. In ähnlicher Weise werden Pertinax-Rohre gefertigt. Dieses Hartpapier wird in den Klassen I bis IV hergestellt. Für Sonderzwecke wird ein tropenfestes Pertinax erzeugt. Bei der Anwendung von Pertinax ist darauf zu achten, daß es Feuchtigkeit aufnimmt.

Wird statt Papier ein Gewebe verpreßt, so spricht man von Hartgewebe. Der Handelsname ist Novotext.

Zu den künstlichen Isolierstoffen zählen Polystyrol (Trolitul) und Plexiglas. Während Polystyrol sehr gute dielektrische Eigenschaften aufweist, ist das bei Plexiglas nicht der Fall. Polystyrol bildet die Grundlage für Trolitul und für das Styroflex. Die Styroflexfolie wird vor allem zur Herstellung von Kondensatoren verwendet, während Trolitul für Bauteile der Hochfrequenztechnik (Spulenkörper usw.) und für Koaxialkabel benutzt wird. Trolitulreste soll man nicht wegwerfen, da sie, in Benzol aufgelöst, einen hochwertigen, verlustfreien Klebstoff ergeben. Trolitul und Plexiglas werden in verschiedenen Plattenstärken gehandelt. Bei der Bearbeitung ist darauf zu achten, daß diese künstlichen Isolierstoffe thermoplastisch sind. Da Plexiglas keine guten dielektrischen Eigenschaften aufweist, verwendet man es für Skalenzeiger, Skalenfenster usw.

Ein sehr hochwertiger Isolierstoff ist Keramik, z. B. Calit oder Frequenta. Leider besitzt dieses Material den Nachteil, daß es sich nicht bearbeiten läßt. Deshalb kann man es nur in Form von Fertigteilen benutzen. Wo es also auf eine hohe Verlustfreiheit und Wärmebeständigkeit ankommt, verwendet man z. B. Röhrensockel, Klemmleisten, Lötstützpunkte, Spulenkörper usw. aus Keramik. Keramische Massen bilden auch das Dielektrikum der Hochfrequenz-Rohrkondensatoren und Trimmer.

### **3.4 Hilfsstoffe**

Zu den Hilfsstoffen zählen in der Bastelpraxis die zum Schmieren, Kühlen, Schleifen oder Reinigen benötigten Stoffe. So muß ab und zu das Getriebe der Handbohrmaschine geölt werden. Als Öl sollte man nur ein gutes Maschinenöl verwenden (Nähmaschinenöl), das harz- und säurefrei ist. Das gleiche gilt für eventuell zu verwendende Schmierfette. Bei Bohrarbeiten mit schnell laufenden Bohrmaschinen ist für eine Kühlung des Bohrers zu sorgen, damit der Bohrer nicht ausglüht. Dazu verwendet man Wasser, Öl oder Spiritus. Um Aluminium-, Holz- oder Pertinaxflächen ein gefälliges Aussehen zu geben, schleift man sie mit

Schmirgelleinen oder Sandpapier. Wenn man eine Aluminiumfläche mit Lackfarbe streichen will, bringt man vorher durch Schleifen mit Schmirgelleinen alle Kratzer weg. Schmirgelleinen und Sandpapier gibt es in den verschiedensten Rauheitsgraden. Einige Bogen sollte man deshalb immer vorrätig haben. Will man einzelne Teile entfetten, z. B. vor dem Anstreichen, so verwendet man „Tri“ (Trichloräthylen) oder „Tetra“ (Tetrachlorkohlenstoff). Lötstellen, z. B. Röhrensockel oder Lötösenleisten reinigt man mit Spiritus von Kolophoniumresten.

## 4. WIE FÜHREN WIR UNSERE BASTELARBEIT AUS

### 4.1 Messen und Anreißen

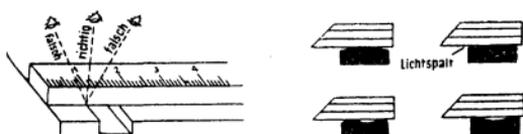
Das Messen und das Anreißen sind nur vorbereitende Arbeiten, die vor der Bearbeitung eines Werkstückes vorgenommen werden. Dabei werden die in einer Zeichnung oder Skizze festgelegten Maße auf das zu bearbeitende Werkstück übertragen. Die zum Messen wichtigen Werkzeuge wurden bereits in Kapitel 2 behandelt, Schieblehre und Stahlmeßband. Zum Festlegen der Anreißlinien verwendet man das Stahlmeßband. Beim Festlegen mehrerer aufeinanderfolgender Punkte mißt man immer von einer Bezugskante aus. Man vermeidet dadurch die Addition von Meßfehlern. Diese würden mehr oder weniger groß auftreten, wenn man von Punkt zu Punkt jeweils das Stahlmeßband neu anlegen würde (Kettenmaße!).

Da beim Anreißen mit der Stahlreißnadel feine Risse in der Oberfläche des Werkstückes auftreten, kann man diese nicht in jedem Fall verwenden. Werden Biegekanten angerissen, so sind diese auf jeden Fall mit einem Bleistift oder einer Messing-Reißnadel anzureißen. Sonst bricht durch die Biegebeanspruchung das Material an dieser Stelle. Vor allem trifft das zu für Aluminium, Kupfer und Messing in Blechform. Die Messingreißnadel ist deshalb gut verwendbar, weil sie so weich ist, daß sie auf einem harten Werkstoff eine Messingspur zurückläßt und dadurch die Oberfläche nicht verletzt. Glattgefeilte Eisenflächen lassen sich schlecht anreißen, da man die Reißlinien kaum erkennen kann. Hier hilft ein kleiner Kniff, bei dem aber Vorsicht geboten ist, da das verwendete Material giftig ist. Man befeuchtet die anzureißende Fläche mit Wasser und reibt sie mit einem Kupfervitriol-Kristallbrocken ein. Die Oberfläche erhält dadurch eine rötliche Farbe (Verkupferung); auf der die weißen Anreißlinien dann gut zu erkennen sind.

Zum Anreißen der senkrecht zu einer Bezugskante liegenden Anreißlinien verwendet man den Anschlagwinkel. Kreise werden mit einem spitzen Zirkel angerissen, dessen Spitzen gehärtet sind. Der Kreismittelpunkt erhält einen Körnerschlag, damit der Spitzzirkel im Kreismittelpunkt in der Körnerver-

tiefung eine gute Führung hat. Der Zirkel muß sehr stramm gehen oder am besten eine Feststelleinrichtung besitzen. Bohrlöcher erhalten einen kräftigen Körnerschlag. Dadurch erhält der Bohrer eine Führung und verläuft nicht.

Für das Messen gibt es noch einige Meßwerkzeuge, die man aber nicht unbedingt benötigt. Das ist z. B. die Rundungslehre, der verstellbare Winkelmesser, die Blechlehre zum Bestimmen der Blechdicke, die Drahtlehre usw. Die Ebenheit wird unter Verwendung eines Haarlineals mittels Lichtspaltmethode überprüft. Man legt die Meßkante des Haarlineals auf die bearbeitete Fläche und hält es zusammen gegen das Licht. Je weniger Licht man hindurchsieht, um so ebener ist die bearbeitete Fläche. Genau nach der gleichen Methode überprüft man z. B. den rechten Winkel (Bild 25).



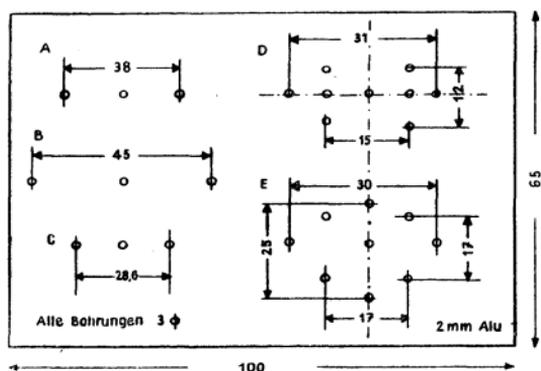
**Bild 25** Ablesefehler durch falsche Blickrichtung; Parallaxe bei einem Meßstab (links) und Prüfen der Ebenheit mit dem Haarlineal nach der Lichtspaltmethode (rechts)

Hat man immer wiederkehrende Abmessungen festzulegen, so bedient man sich einer Anreißschablone, die man leicht aus einem Stück Aluminiumblech selbst herstellen kann. Das trifft z. B. zu für die Festlegung der Bohrlöcher für Röhrenfassungen und für Bandfilter. Bild 26 zeigt eine derartige Anreißschablone. Sie enthält die Bohrlöcher für die Befestigung und den Kreismittelpunkt der E-Röhrenfassung, der Oktal-Röhrenfassung, der Miniatur-Röhrenfassung und die Bohrlöcher für die Befestigung und die Durchführungs Löcher für das Neumann- und das Görler-Bandfilter.

#### 4.2 Trennen von Werkstoffen

In seinem kleinen Materiallager hat man die benötigten Werkstoffe meist in Form von Tafeln, Platten, Stangen usw. vorrätig. Zum Anfertigen eines Werkstückes benötigt man

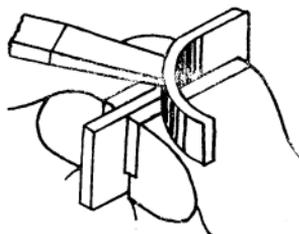
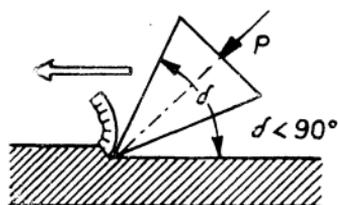
aber nur einen Teil davon. Durch Abtrennen erhält man die benötigte Menge zur Anfertigung des Werkstückes. Dieses Abtrennen kann auf verschiedene Weise geschehen.



**Bild 26** Bohrerschablone für Oktalsockel (A), Stahlröhrensockel (B), Miniatursockel (C), Neumann-Bandfilter (D) und Görler-Bandfilter (E)

#### 4.21 Trennen mit Meißel

Das Trennen mit dem Meißel kommt in der Radiopraxis sehr wenig vor. Man verwendet dazu einen Flachmeißel und einen Hammer von ungefähr 500 g. Die Trennwirkung wird durch die Keilwirkung der Schneide des Flachmeißels hervorgerufen. Das zu trennende Werkstück liegt auf einer harten Unterlage oder wird in den Schraubstock eingespannt. Durch das Einschlagen der Meißelschneide wird eine Kербwirkung erzielt. Bei stärkeren Stücken wird das auf beiden Seiten durchgeführt, bis sich das Material abbrechen läßt. Bleche werden an der Trennlinie in den



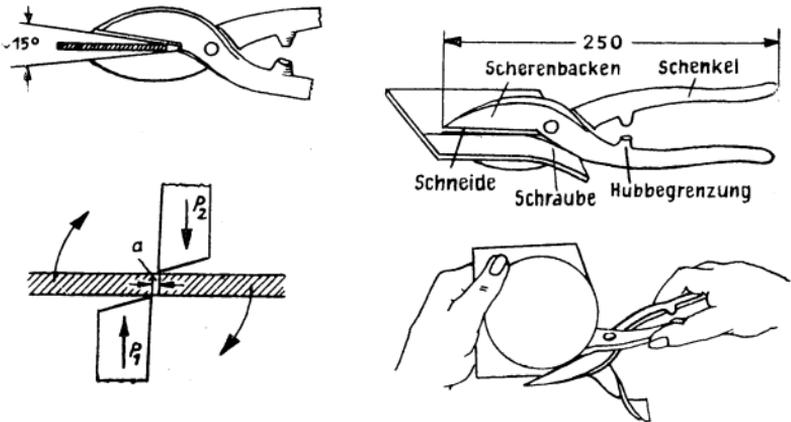
**Bild 27** Wirkungsweise des Flachmeißels (links) und Abmeißeln eines Blechstreifens (rechts)

Schraubstock eingespannt und der Meißel schräg angesetzt (Bild 27). Damit man sich am Meißel nicht verletzt, ist der durch das Schlagen am Meißelkopf entstandene Grat von Zeit zu Zeit abzuschleifen.

Sollen in ein Werkstück Nuten eingemeißelt werden, verwendet man einen Kreuzmeißel entsprechender Breite. Auch zum Abtrennen vorgebohrter Kreisausschnitte benutzt man den Kreuzmeißel. Zum Ausschlagen von Löchern, allerdings nur in weiches Material oder dünnes Blech, nimmt man das Locheisen. Als Unterlage dient dabei ein Hartholzklötz. Will man Lochscheiben selbst anfertigen, so wird erst das Loch und dann der Außendurchmesser ausgeschlagen.

#### 4.22 Trennen mit Bleischere

Während beim Meißeln nur ein Keil auf den zu trennenden Werkstoff einwirkt, treten bei der Bleischere zwei Keilwirkungen gleichzeitig auf. Dadurch entsteht ein Schervorgang, der den Werkstoff trennt. Da die Keilwirkung von zwei Seiten gleichzeitig auftritt, ist die Trennstelle nicht so mit Grat besetzt wie beim Meißeln. Die Nacharbeit ist dadurch geringer. Durch Scheren können leicht trennbare Werkstoffe wie Bleche, Pappe, Hartgewebe usw. getrennt werden, wenn der Querschnitt kraftmäßig bewältigt werden kann (Bild 28).



**Bild 28** Arbeitsweise mit der Handbleischere; links oben der Öffnungswinkel beim Ansetzen der Bleischere, rechts oben Bezeichnungen an der Bleischere, links unten Drehmoment beim Schneiden und rechts unten Ausschneiden einer kreisrunden Blechschleife

Der Radiobastler verwendet vor allem die Handblechschere, die etwa 250 mm lang ist. Günstig ist die Berliner Form, bei der Scherenbäcke und Schneide gerade verlaufen. Bei der Handblechschere wird die Hebelwirkung der Schenkel der Schere ausgenutzt. Bekanntlich gilt hier das Hebelgesetz der Mechanik, bei dem  $\text{Kraft} \times \text{Kraftarm} = \text{Last} \times \text{Lastarm}$  ist. Man kann also mit um so kleinerer Kraft eine bestimmte Last bewältigen, je länger der Kraftarm im Verhältnis zum Lastarm ist. Wird die Schere vorn umfaßt, so ist die Schneidekraft geringer, als wenn die Schere weiter hinten umfaßt wird. Das gleiche gilt für den Ansatz der Schneiden. Man muß den zu trennenden Werkstoff möglichst bis zum Anschlag zwischen die Schneiden einführen, damit die Schneidenkraft am größten wird. In der folgenden Tabelle sind die größten Dicken angegeben, die mit der Handblechschere noch bewältigt werden können.

Werkstoff	Dicke
Pappe	6,0 mm
Hartgewebe	1,5 mm
Alu-Blech, hart	1,0 mm
Alu-Blech, weich	2,5 mm
Eisenblech	0,8 mm
Messingblech	0,8 mm
Kupferblech	1,0 mm

Bei viel benutzten Handblechscheren tritt mit der Zeit ein zu großes Schneidenspiel auf, d. h. die Schneiden stehen zu weit auseinander. Beim Schneiden dünner Bleche passiert es dann oft, daß das Blech zwischen die Schneiden gezogen wird. In diesen Fällen muß man versuchen, durch Stauchung des Nietes das zu große Schneidenspiel zu beseitigen. Damit die Schneiden einwandfrei arbeiten, sind diese keilförmig geschliffen. Der Keilwinkel beträgt etwa 75 bis 85°. Damit an den Schneidenflächen keine zu große Reibung entsteht, werden sie mit einem Freiwinkel von zwei bis drei Grad versehen.

Beim Schneiden von Rundungen dreht man stets das Blech und hält die Schere immer in der gleichen Lage. Trotz der einfachen Handhabung der Handblechschere ist beim Ar-

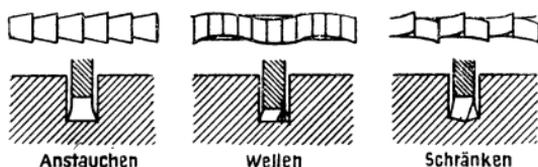
beiten Vorsicht geboten. Sehr leicht klemmt man sich an der Hubbegrenzung den Handballen ein. Aus diesem Grund soll man auch die Schere stets nur mit einer Hand betätigen und mit der anderen den zu trennenden Werkstoff festhalten. Reicht die Kraft an der Handblechscherer zum Trennen eines stärkeren Bleches nicht aus, so sollte es jedoch unbedingt vermieden werden, einen Schenkel in den Schraubstock zu spannen. Damit ruiniert man nur die Handblechscherer. In solchen Fällen ist es besser, einen Meißel zu verwenden oder eine Handhebelscherer. Bei der Handhebelscherer ist eine Schneide fest auf einem Bock verschraubt, während die andere über ein Gelenk mit Hilfe eines längeren Hebelarmes niedergedrückt wird.

#### 4.23 Trennen mit Säge

Stärkere Werkstoffe, die sich mit der Handblechscherer nicht mehr bewältigen lassen, werden durch Sägen getrennt. Man bedient sich dazu einer Handbügelsäge, die infolge einer genormten Sägeblattlänge eine bestimmte Einspannlänge hat. Diese Einspannlänge beträgt 300 mm. Das Sägeblatt wird zwischen einen Heftkloben und einen Spannkloben gespannt, die sich an dem U-förmig gebogenen Sägebügel befinden. Der Heftkloben ist fest mit dem Sägebügel verbunden, während der Spannkloben in einem Vierkantloch gleitet. Mit Hilfe einer Flügelmutter am Spannkloben kann man das Sägeblatt spannen. Die richtige Einspannung des Sägeblattes ist sehr wichtig, damit es keine wellenförmigen Bewegungen ausführen oder sich verwinden kann, wodurch am Sägeblatt Zähne ausbrechen oder sogar das Sägeblatt entzwei gehen könnte. Der Heftkloben und der Spannkloben sind kreuzweise geschlitzt, so daß vier Einspannmöglichkeiten bestehen. Das ist von Vorteil, wenn durch den Bügel die Schnittlänge begrenzt ist. Durch Umspannen um 90° kann bei schmalen Werkstücken meist eine längere Schnittlänge bewältigt werden, da dann der Bügel rechts oder links am Werkstück vorbeigleiten kann.

Das Sägeblatt enthält eine Vielzahl von kleinen Zähnen oder Schneiden, die wie kleine Keile den Werkstoff angreifen. Jeder Sägezahn löst einen kleinen Span von dem zu tren-

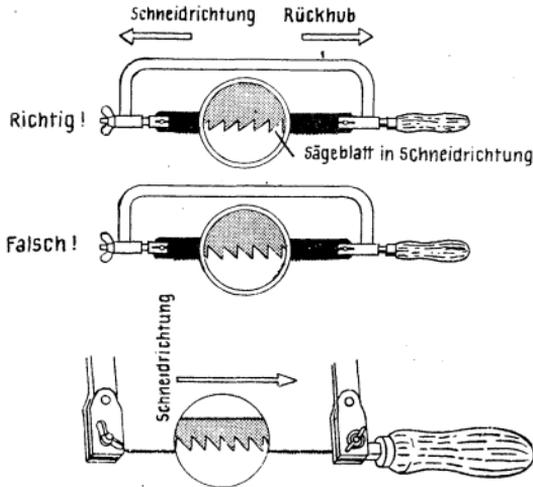
nenden Werkstoff ab. Je kleiner die Zähnezahl auf eine bestimmte Länge ist, um so größer ist der Spanwinkel. Es wird also bei einem Schnitt mehr Material abgespannt. Allerdings brechen Zähne mit großem Spanwinkel sehr leicht aus, wenn der Werkstoff zu spröde ist. Deshalb kann man Sägeblätter mit geringer Zähnezahl nur für weiche Werkstoffe wie Holz, Kupfer, Aluminium oder Plaste verwenden. Bei härteren Werkstoffen wie Stahl oder Pertinax muß der Spanwinkel kleiner und damit die Zähnezahl größer sein. Würden die Sägezähne nur so breit sein wie das Sägeblatt selbst, so würde das Sägeblatt bereits bei kleinen Schnitttiefen klemmen. Deshalb werden die Zähne breiter gemacht als das Sägeblatt. Dazu werden die Zähne entweder geschränkt, gewellt oder angestaucht. Die ausgeführte Schnittfuge wird dadurch breiter, und die Säge kann frei schneiden (Bild 29).



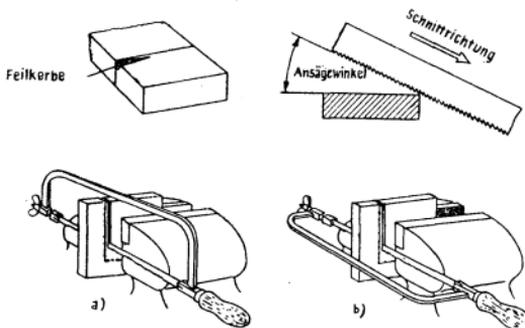
**Bild 29** Verschiedene Zahnformen der Metallsägeblätter

Beim Einspannen des Sägeblattes in die Handbügelsäge muß man beachten, daß das Sägeblatt anders eingespannt wird als bei der Laubsäge. Da man mit der Handbügelsäge waagrecht sägt und in der Stoßrichtung eine größere Kraft auf die Säge ausübt, zeigen die Schneiden in Richtung zum Spannkloben. Beim Stoßen übt man einen Druck auf die Säge aus und hebt diesen beim Zurückziehen auf (Bild 30). Zum Festhalten des Sägeblattes im Heftkloben und im Spannkloben benutzt man ein Stück Rundstahl, einen passenden Eisenniet oder einen entsprechend starken Eisennagel. Man unterscheidet bei den Sägeblättern zwischen einseitig oder doppelseitig gezahnten Ausführungen. Das Werkstück wird zum Sägen fest in den Schraubstock eingespannt, damit es nicht federt. Da man beim Anschneiden oftmals abrutscht und dadurch eventuell die Kante des Werkstückes beschädigt, ist es besser, mit einer Dreikant-

feile eine Kerbe an der Schnittlinie einzufeilen (Bild 31). Dadurch erhält das Sägeblatt eine gute Führung. Beim Sägen von Rohren wird dieses nicht in einem Arbeitsgang durchgesägt, sondern nur jeweils bis an die innere Wandung



**Bild 30** Richtiges Einspannen des Sägeblattes bei Handbügelsäge und Laubsäge



**Bild 31** Zum besseren Anschnitt der Säge wird mit der Feile angekerbt (links); die Säge wird mit einem bestimmten Winkel angesetzt (rechts oben); ist der Sägeschnitt zu lang (a), dann wird das Sägeblatt umgespannt (b)

und dann umgespannt. Die Sägezähne haken sehr leicht an der inneren Wandung und brechen aus. Außerdem wird durch das Umspannen die Führung besser und dadurch der Trennschnitt gerade.

Zum Einsägen von Schlitzern in Achsen oder Schraubenköpfe benutzt man die Einstreichsäge, die leicht und handlich ist. Bei der einfachen Ausführung ist das Sägeblatt eingenetet. Moderne Einstreichsägen erlauben das Auswechseln von Sägeblättern verschiedener Zähnezahl und verschiedener Stärke. Bei diesen Einstreichsägen wird das Sägeblatt mit mehreren Flügelmuttern festgeschraubt. Für das Aussägen von Durchbrüchen in dünne Bleche oder Kunststoffe kann man auch die Laubsäge verwenden. Dabei wird diese in senkrechter Lage geführt. Das Sägeblatt wird ebenfalls auf Zug eingespannt. Allerdings zeigen hierbei die Schneiden nach unten. Da mit der Laubsäge im Sitzen gearbeitet wird, benutzt man zur Auflage des Werkstückes einen kleinen Säge Tisch aus Holz, den man mit einer Spannschraube am Tisch festklemmt. Beim Sägen muß die Laubsäge etwas nach vorn geneigt werden, damit eine größere Schnittlänge entsteht und dadurch das Ausbrechen einzelner Sägezähne vermieden wird. Zum Aussägen eines Durchbruches bohrt man ein Loch in das Blech und führt das Sägeblatt vor dem Spannen durch.

### **4.3 Biegen und Richten**

Das Biegen und Richten zählt zu den spanlosen Bearbeitungsverfahren. Aber nicht jeder metallische Werkstoff läßt sich ohne weiteres biegen. So eignen sich Bleche aus Aluminium, Messing, Kupfer oder Eisen gut dafür. Aber zum Beispiel Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von über 3 Prozent, Grauguß oder hartes Duralblech lassen sich nicht biegen, da diese Werkstoffe zu spröde sind. Durch das Biegen tritt eine Verformung des Werkstoffes auf (Bild 32), der bei spröden Werkstoffen zum Bruch führt. Beim Biegen wird der Werkstoff an der Innenseite gestaucht und an der Außenseite gedehnt. Diesen Beweis erhält man beim Biegen eines harten Duralbleches. Außen reißt das Blech längs der Biegekante auf, während es innen gestaucht wird. Diese Änderungen durch Dehnung und Stauchung muß man berücksichtigen, wenn man eine Biegung nach einer Maßskizze durchführen will. Bei rechtwinkligen Biegungen gibt man meist die Außenmaße an, also einschließlich der Material-

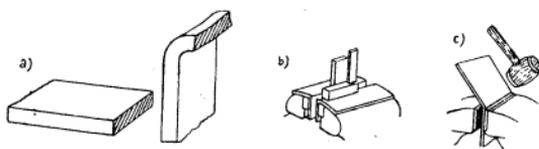
stärken, und den Halbmesser des Biegeradius. Für die Errechnung der benötigten Materiallänge addiert man die beiden Außenmaße der Schenkellängen und zieht von der Summe die durch das Biegen entstehende Verkürzung ab. Diese Verkürzung erhält man aus der Beziehung

$$V = 0,5 r + 1,25 d,$$

$r$  = Halbmesser des Biegeradius;  $d$  = Materialstärke.

Bekanntlich werden Bleche durch Walzen hergestellt. Dabei tritt beim Walzen in Walzrichtung eine größere Verfestigung des Werkstoffes auf als in der Querrichtung. Das muß man unbedingt beim Biegen von Blechen beachten. Man muß deshalb ein Biegen immer senkrecht zur Walzrichtung durchführen. Man vermeidet dadurch die Bruchgefahr. Läßt sich ein Biegen parallel zur Walzrichtung nicht vermeiden, so ist ein größerer Biegeradius anzuwenden.

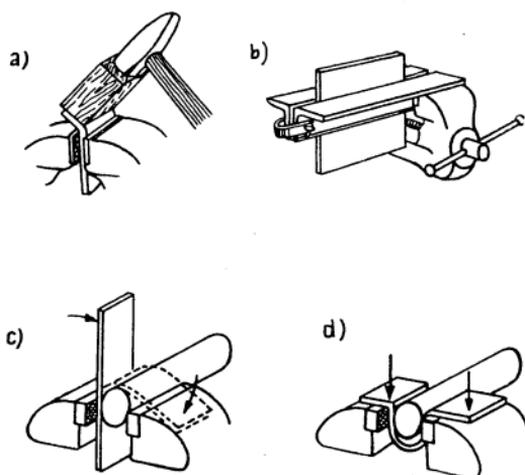
Kleinere zu biegende Werkstücke spannt man in den Schraubstock und biegt sie durch kräftige Schläge mit einem Holzhammer bzw. mittels einem normalen Schlosserhammer und einem Hartholzklotz. Die Bilder 32 und 33 zeigen diesen



**Bild 32** Querschnittveränderungen beim Biegen (a), genaues Winkelbiegen mit Hilfe des Anschlagwinkels (b) und richtiges Biegen mit dem Holzhammer (c)

Vorgang. Bei weichem Material werden für den Schraubstock Schutzbacken verwendet, damit die Oberfläche der Werkstücke nicht verletzt wird. Das zu biegende Werkstück wird so weit in den Schraubstock eingespannt, bis die Biegelinie mit den Backenkanten übereinstimmt. Die senkrechte Lage, z. B. beim Biegen eines Winkels, wird mit dem Anschlagwinkel kontrolliert. Ist der Biegeschenkel länger, so biegt man ihn mit der linken Hand nach unten und schlägt mit dem Holzhammer in Höhe der Biegelinie. Ist die Biegekante länger als die Backenbreite des Schraubstocks, so

spannt man das Blech zwischen zwei Winkelschienen. Diese werden auf der einen Seite in den Schraubstock gespannt und auf der anderen Seite mit einem Feilkloben geklemmt.



**Bild 33** Bei einem kurzen Schenkel wird mit einem Holzklötz geschlagen (a), längere Bleche werden zwischen zwei Winkelschienen gespannt (b), Vorbiegen (c) und Fertigbiegen (d) einer Rohrschelle

Der Radiobastler hat neben kleinen Befestigungswinkeln oder Befestigungsschellen vor allem Chassis zu biegen. Das Biegen von Chassis gelingt am besten auf der Abkantbank. Aber nicht immer ist eine bei einer Kollektivstation oder bei einem in der Nähe wohnenden Klempner erreichbar. Dann muß zu Hause Mutters Küchentisch herhalten. Man legt dabei noch ein 5 bis 10 mm starkes Sperrholzbrett unter, damit die Tischkante nicht verletzt wird. Stehen die notwendigen Spannschrauben nicht zur Verfügung, so helfen wir uns beim Festspannen mit dem Fleischwolf und dem Spannwinkel vom Laubsägebrettchen. Zuerst biegen wir mit der Hand vor und benutzen dann einen Holzhammer. Mit einem Schlosserhammer allein soll man nicht schlagen, weil dann die Biegekante lauter Hammerschläge bekommt. Man legt in solchen Fällen ein Stück Holz auf und schlägt auf dieses.

Zum Biegen von Schellen benutzt man ein entsprechendes Stück Rundmaterial (Bild 33). Man biegt dabei einen Halbkreis, spannt diesen dann in der gewünschten Höhe in den Schraubstock und biegt dann die Schellenfüße winkelig. Zum Biegen von Drähten verwendet man die Rundzange. Eine Drahtöse biegt man stückchenweise, bis das Drahtende den Draht berührt, dann biegt man die Öse auf Drahtmitte. Dünnwandige Rohre werden vor dem Biegen mit trockenem Sand gefüllt und die Enden mit einem Holzpfropfen verschlossen. Dadurch vermeidet man die Knickgefahr. Beim Biegen von Winkeleisen wird ein Schenkel erst im entsprechenden Winkel ausgeschnitten. Für das Wickeln von Zug- oder Druckfedern benutzt man einen Wickeldorn, der einen kleineren Durchmesser besitzt als der Federinnendurchmesser beträgt. Für den Wickeldorn gilt angenähert

$$\text{Dorndurchmesser} = 0,8 \cdot \text{Federinnendurchmesser.}$$

Die Ösen für eine Zugfeder biegt man mit der Rundzange. Der Wickeldorn wird zwischen zwei Holzbacken eingespannt und enthält an einer Seite eine Kurbel zum Drehen.

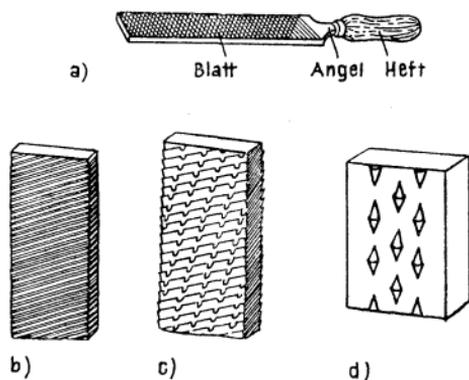
Das Richten dient dazu, die Ebenheit verbogener Bleche wieder herzustellen. Man benutzt zum Richten einen Holzhammer oder einen Gummihammer, damit die Oberfläche des Bleches nicht beschädigt wird. Bei Verwendung eines normalen Schlosserhammers würde die Oberfläche lauter kleine Beulen (Hammerschläge) erhalten, die nur schwer wieder entfernt werden können. Das verbogene Blech wird auf eine ebene, harte Unterlage gelegt und durch Hämmern gerichtet. Drähte werden durch Zug gereckt. Man spannt dazu ein Ende in den Schraubstock und wickelt den Draht einmal um ein Feilenheft oder den Hammerstiel und zieht den Draht durch, indem man sich vom Schraubstock entfernt.

#### **4.4 Spangebende Bearbeitungen**

Bei den spangebenden Bearbeitungsverfahren wird durch die Bearbeitung ein Abfallprodukt zusätzlich erzeugt. Das sind z. B. Feilspäne, Bohrspäne, Drehspäne usw. Für den Radiobastler sollen die Bearbeitungsverfahren behandelt werden, die er für seine handwerkliche Tätigkeit braucht.

#### 4.41 Feilen

Hat man ein Werkstück durch Sägen oder Meißeln vorgearbeitet, so wird es durch das Feilen auf das in der Zeichnung verlangte Nennmaß gebracht. Man spannt es zu diesem Zweck in den Schraubstock, und zwar möglichst nur wenig überstehend, damit es beim Feilen nicht federt. Beim Einspannen empfindlicher oder weicher Teile verwendet man Blei- oder Aluminiumbacken, damit die Oberfläche des Werkstückes nicht verletzt wird. Die Feile wird mit der rechten Hand am Heft, mit der linken Hand am Anfang des Feilenblattes angefaßt. Damit keine Unebenheiten entstehen, führt man die Feile schräg über das Werkstück und wechselt dabei öfter die Richtung. Für ebene Flächen verwendet man immer eine Flachfeile (Bild 34). Ist noch viel

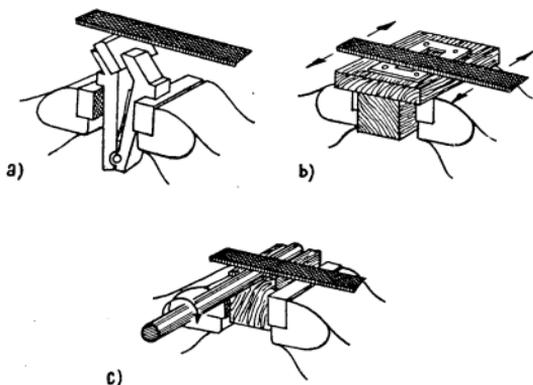


**Bild 34** Bezeichnungen an einer Feile (a); verschiedene Feilenblätter, gehauene Feile (b), gefräste Feile (c) und Feile mit Raspelhieb (d)

Werkstoff wegzunehmen, so wird erst eine grobe Feile angesetzt und dann mit einer Schlichtfeile die Fläche geschlichtet. Um den Flächen den letzten Schliff zu geben, reibt man die Schlichtfeile mit Tafelkreide ein, dann entstehen nur geringfügige Kratzer, oder man verwendet feines Schmirgelleinen. Zum Rundfeilen eines Werkstückes spannt man in den Schraubstock ein Holzprisma oder läßt den Schraubstock etwas offenstehen. Mit der rechten Hand führt man die Feile am Heft und mit der linken Hand dreht man fortlaufend

das zu rundende Werkstück gegen die Feilrichtung. Gewölbte Flächen feilt man mit der Grobfeile erst in der Querrichtung und wechselt dann beim Schlichten die Feilrichtung um  $90^\circ$ , wobei man mit der Schlichtfeile eine schaukelnde Bewegung ausführt. Bei hohlen Rundungen verwendet man die Halbrund- oder die Rundfeile. Während des Stoßens der Feile dreht man diese dabei gleichzeitig immer etwas seitlich.

Damit beim Feilen Späne abgenommen werden, übt man mit beiden Händen einen Druck auf die Feile aus. Schmiert die Feile, so muß sie mit einer Feilenbürste gereinigt werden. Flache Werkstücke nagelt man auf ein Stück Holz und kann dann bequem die Oberfläche befeilen. Soll eine Kante eine Fasse erhalten, so spannt man das Werkstück in einen Reifkloben (Bild 35). In diesem wird das Werkstück unter



**Bild 35** Arbeitsweise mit einer Feile; Anfeilen einer Fasse mit Hilfe des Reifklobens (a), Oberflächenbearbeitung eines Bleches (b) und Feilen eines Rundstabes (c)

einem Winkel von  $45^\circ$  eingespannt, so daß auch bei dieser Arbeit die Feile waagrecht geführt werden kann. Vor dem Feilen überzeugt man sich davon, daß das Heft fest an der Feile sitzt, damit man sich nicht an der spitzen Angel des Feilenblattes verletzt. Will man längere Blechkanten befeilen, so spannt man diese zwischen zwei Winkelschienen. Zum Einspannen eines Gewindebolzens verwendet man eine Holzkluppe oder zwei Holzstücke, damit das Gewinde nicht verletzt wird.

Für bestimmte Feilarbeiten werden verschiedene Querschnittsformen des Feilenblattes benötigt, für verschiedene Werkstoffe jeweils besondere Hiebarten. Aber dazu wurde bereits im Abschnitt 2.5 einiges gesagt. In den Zeichnungen wird für die Bearbeitung der Oberfläche ein genormtes Bearbeitungszeichen angegeben. Das Bearbeitungszeichen besteht aus Dreiecken, die auf einer Spitze stehen (Bild 36).



**Bild 36** Bearbeitungszeichen

Dabei bedeuten

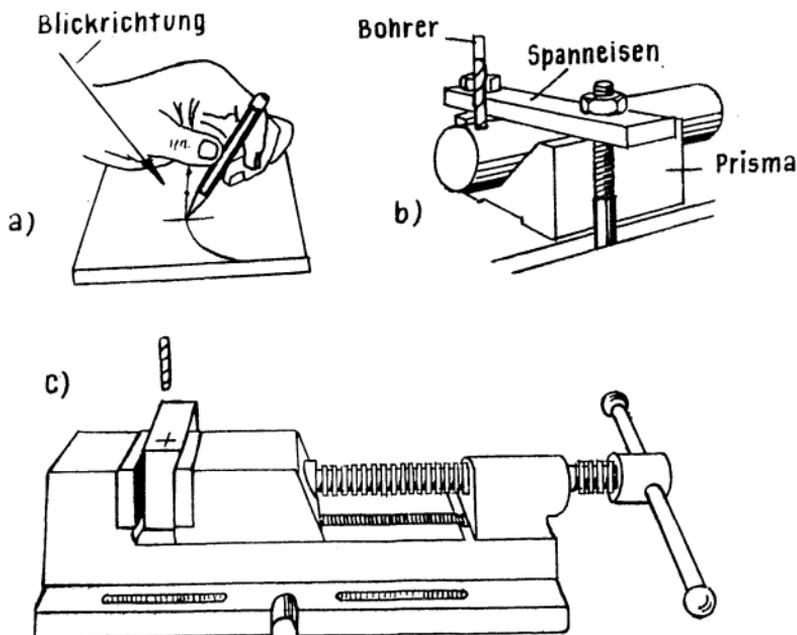
- ein Dreieck – rauhe Oberfläche mit fühlbaren und sichtbaren Feilstrichen;
- zwei Dreiecke – feine Oberfläche mit nicht mehr fühlbaren, aber noch sichtbaren Feilstrichen;
- drei Dreiecke – sehr feine Oberfläche mit nicht mehr fühlbaren und nicht mehr sichtbaren Feilstrichen.

#### 4.42 Bohren

Zum Herstellen von runden Löchern oder von Vertiefungen wird der Spiralbohrer verwendet, der in eine Bohrmaschine eingespannt wird. Die Bohrmaschine verleiht dem Spiralbohrer eine drehende Bewegung um seine Längsachse, und der Druck auf die Bohrmaschine bzw. den Bohrer preßt die Schneiden an den Werkstoff. Dadurch werden bei der Drehbewegung Späne abgeschält, die in den spiralenförmig verlaufenden Nuten nach oben abgeführt werden. Als Bohrmaschine verwendet man die einfache Handbohrmaschine, die elektrische Handbohrmaschine oder die elektrische Tischbohrmaschine.

Vor dem Bohren wird der Mittelpunkt der Bohrung mit einem Körnerschlag angekörrt (Bild 37). Dadurch erhält der Bohrer

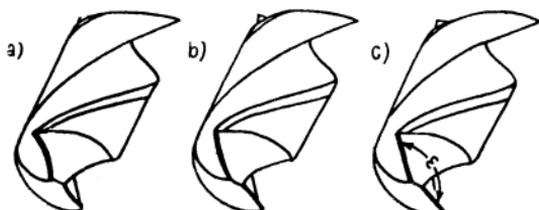
seine Führung. Er soll genau senkrecht angesetzt werden, damit er nicht verläuft, was vor allem bei weichen Werkstoffen sehr leicht vorkommen kann. Bis zu einem Bohrerdurchmesser von etwa 5 mm bohrt man das Loch direkt mit dem entsprechenden Bohrer. Bei größeren Bohrungen wird mit einem Bohrer kleineren Durchmessers vorgebohrt. Boh-



**Bild 37** Richtiges Ansetzen eines Körners (a), Bohren eines Rundstabes mit Hilfe eines Prismas (b) und Bohren mit Hilfe eines Maschinenschraubstockes (c)

rungen über 15 mm in dünne Bleche fertigt man mit einem Kreisschneider an. Während bei der elektrischen Handbohrmaschine nur eine bestimmte Drehzahl vorhanden ist, lassen sich bei der einfachen Handbohrmaschine durch Umstecken der Handkurbel und des Haltegriffes eine niedrige und eine hohe Drehzahl einstellen. Die niedrigere Drehzahl verwendet man für harte Werkstoffe und große Bohrerdurchmesser, während man die hohe Drehzahl bei weichen Werkstoffen und bei kleinen Bohrerdurchmessern anwendet.

Damit beim Bohren der Bohrtisch nicht angebohrt wird, legt man eine ebene Holzplatte unter. Das zu bohrende Werkstück muß entsprechend festgehalten werden, damit es nicht von dem sich drehenden Bohrer mitgenommen wird und dann einen Unfall verursacht. Kleine Werkstücke spannt man deshalb in einen Feilkloben oder einen Maschinenschraubstock. Größere Werkstücke kann man bei nicht zu großen Bohrerdurchmessern meist mit der Hand festhalten. Zum Bohren runder Achsen oder Wellen legt man ein Bohrprisma unter. Die beim Bohren entstehende Reibungswärme kann zum Ausglühen des Bohrers führen, der dadurch seine Härte und Schneidfähigkeit verliert. Bei tieferen Bohrungen muß man deshalb für eine ständige Kühlung des Bohrers sorgen. Gut geeignet ist dafür Seifenwasser. Durch die Reibungswärme verdampft das Wasser, und die übrigbleibende Seife sorgt für eine gute Schmierung. Durch das Bohren nutzt sich die Schneide des Bohrers ab. Der Bohrer muß dann nachgeschliffen werden. Man faßt ihn mit der linken Hand kurz hinter der Spitze und dreht ihn beim Schleifen mit der rechten Hand am Schaftende. Dabei ist zu beachten, daß beide Schneiden gleichmäßig geschliffen werden und die kleine



**Bild 38** Falscher Bohreranschliff mit rückgewölbter Hauptschneide (a) oder vorgewölbter Hauptschneide (b), richtiger Bohreranschliff mit gerader Hauptschneide und richtigem Spitzenwinkel (c)

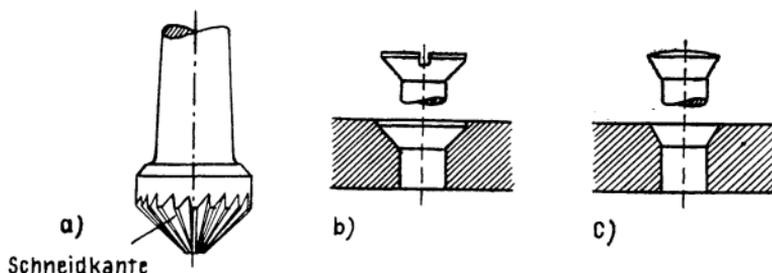
Querschneide genau in der Schaftmitte des Bohrers liegt (Bild 38). Der Bohrer erwärmt sich beim Schleifen sehr schnell und muß deshalb zur Kühlung öfter in das Wasser getaucht werden.

#### 4.43 Senken und Reiben

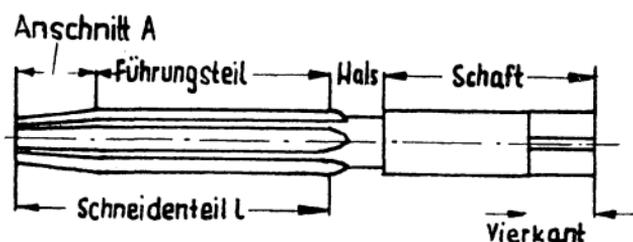
Das beim Bohren unvermeidliche Entstehen eines Grates erfordert eine Nacharbeit. Man entfernt den Grat mit einem

größeren Bohrer oder mit dem Spitzsenker (oft auch „Krauskopf“ genannt).

Keglige Vertiefungen für Senkkopfschrauben oder Senkkopfnieten stellt man ebenfalls mit dem Spitzsenker her (Bild 39). Verwendung findet aber oft auch ein Spiralbohrer



**Bild 39** Zum Versenken benutzt man den Spitzsenker (a); richtige Senkung für Senkschraube (b) und Senkniet (c)



**Bild 40** Bezeichnungen an der Reibahle

geforderten Durchmessers, dessen Spitzenwinkel entsprechend geschliffen wird. Vertiefungen für zylindrische Kopfschrauben bohrt man mit einem Zapfensenker auf. Der Zapfensenker hat einen Führungzapfen, der ein Verlaufen des Senkers verhindert. Bohrungen, die ein genaues Maß und glatte Innenwände besitzen sollen, stellt man mit einer Reibahle her (Bild 40). Die Bohrung wird mit Untermaß (etwa  $\frac{2}{10}$  bis  $\frac{3}{10}$  mm) gebohrt, anschließend die Reibahle eingesteckt und diese mit einem Windeisen gedreht. Die Reibahle besitzt mehrere Schneiden, die parallel zur Längsachse verlaufen. Sie nehmen nur wenig Werkstoff weg, so daß eine sehr glatte Innenwandung entsteht. Die Reibahle

soll stets nur in der Reibrichtung in die Bohrung hineingedreht werden, in der anderen Richtung brechen durch festgeklemmte Späne sehr leicht die Schneiden aus.

#### 4.44 Gewindeschneiden

Lösbare Verbindungen werden durch Verschrauben hergestellt. Dazu benötigt man entsprechende Schrauben und Muttern. Schrauben tragen ein Außengewinde und Muttern ein Innengewinde. Derartige Gewinde werden mit speziellen Schneidwerkzeugen hergestellt, und zwar Außengewinde mit dem Schneideisen und Innengewinde mit dem Gewindebohrer. Während bei Außengewinden der Schaftdurchmesser gleich dem Gewindedurchmesser ist, muß das Kernloch für das Innengewinde kleiner sein als der Gewindedurchmesser. Als Regel kann gelten, daß das Kernloch um den Faktor 0,8 kleiner ist als der Gewindedurchmesser, also

$$\text{Kernlochdurchmesser} = 0,8 \cdot \text{Gewindedurchmesser.}$$

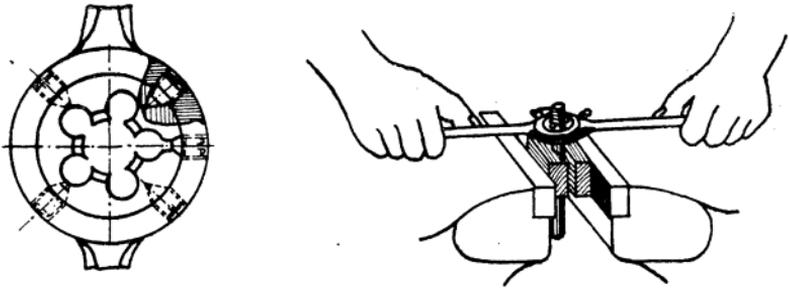
Von den zahlreichen Gewindearten sind die wichtigsten das metrische Gewinde und das Whitworth-Gewinde. Das Whitworth-Gewinde ist vor allem in den angelsächsischen Ländern üblich, die Gewindemaße werden in Zoll angegeben. In Deutschland wird es vor allem bei Gasrohrgewinden benutzt. Bei uns wird fast ausschließlich das metrische Gewinde verwendet. Der Flankenwinkel beträgt beim metrischen Gewinde  $60^\circ$ . Die wichtigsten metrischen Gewinde, wie sie in der Rundfunktechnik verwendet werden, haben folgende Stufen:

M 1,7; M 2; M 2,6; M 3; M 3,5; M 4; M 5; M 6 und M 8.

Neben den normalen metrischen Gewinden gibt es noch ein Feingewinde, das eine kleinere Steigung besitzt. Beim Feingewinde wird die Steigung besonders angegeben, z. B. M 10  $\times$  1; also ein metrisches Feingewinde M 10 mit 1 mm Steigung.

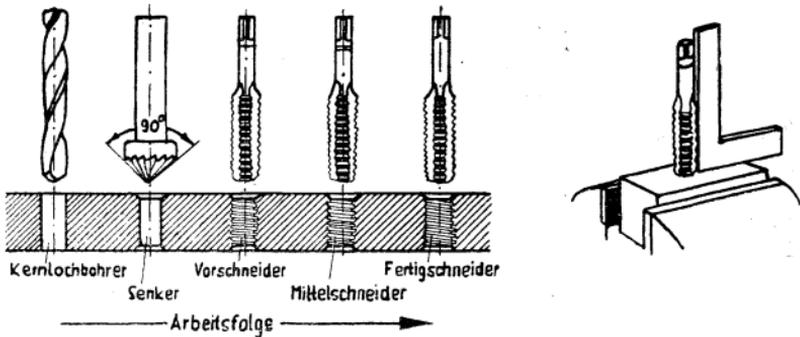
Beim Schneiden von Außengewinden wird der Bolzen etwas angefast, damit das Schneideisen gut anschneidet. Das Schneideisen wird in den zwischengliedigen Schneideisenhalter eingesetzt und mit den Spannschrauben festgespannt. Beim Anschneiden wird ein Druck auf das Schneideisen ausgeübt,

damit es gut anschneidet. Nach dem Anschneiden wird ohne Druck das Schneideisen auf den Bolzen gedreht. Damit kurze Späne entstehen, wird das Schneideisen ab und zu zurückgedreht, dabei fallen die Späne durch die Nuten heraus (Bild 41).



**Bild 41** Einspannen des Schneideisens und richtige Handhabung des Schneideisenhalters

Beim Schneiden von Innengewinden ist darauf zu achten, daß das Bohrloch nur so groß wie der Kerndurchmesser des Gewindes sein darf. Da die Späneabfuhr schwieriger ist als beim Schneiden des Außengewindes und der Schaftdurchmesser des Gewindebohrers nicht beliebig stark gemacht werden kann, muß das Gewinde in drei Arbeitsgängen geschnitten werden (Bild 42). Es wird vorgeschritten, nachge-



**Bild 42** Arbeitsfolge beim Gewindebohren (links) und Kontrolle des richtigen Ansatzes mit dem Winkel (rechts)

schnitten und fertiggeschnitten. Die Gewindebohrer sind am Schaft entsprechend mit Zahlen oder Ringen gekennzeichnet. Auf das vierkantige Schaftende wird ein passendes Wind-eisen gesteckt, mit dessen Hilfe der Gewindebohrer in das Kernloch hineingedreht wird. Beim Anschneiden ist darauf zu achten, daß der Gewindebohrer senkrecht angesetzt wird. Das Schneiden des Gewindes erfordert Übung und Finger-spitzengefühl, denn bei jedem stärkerem Widerstand muß das Windeisen sofort zurückgedreht werden, damit sich die Späne lockern und durch die Spannuten abgleiten können. Nichts ist ärgerlicher als ein abgebrochener Gewindebohrer, dessen Ende im Werkstoff steckenbleibt und stets nur sehr schwer zu entfernen ist. Kann man das abgebrochene Ende nicht mehr mit einer Zange fassen, dann hilft nur noch ein Ausglühen des Gewindebohrers und anschließendes Aus-bohren.

Um den Ärger mit abgebrochenen Gewindebohrern zu ver-meiden, hält man sich bei stärkeren Bohrungen nicht an die Multiplikation des Gewindedurchmessers mit dem Faktor 0,8. Man benutzt besser folgende Tabelle für den Kernlochdurch-messer. Dabei werden zwei verschiedene Bohrungsdurch-messer angegeben, je nachdem, wie der Werkstoff ge-quetscht wird. Die Reihe I enthält Werkstoffe wie Messing, Kupferlegierungen, Magnesiumlegierungen, Bronze und Grauguß, die nur sehr wenig gequetscht werden. Die Reihe II enthält Werkstoffe, die stärker gequetscht werden, also vor allem Stahl, Aluminium und Preßstoffe.

Gewinde in mm	M 1,7	M 2	M 2,6	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
Kernloch I in mm	1,3	1,5	2,1	2,4	2,8	3,2	4,1	4,8	6,5
Kernloch II in mm	1,4	1,6	2,2	2,5	2,9	3,3	4,2	5,0	6,7

Da beim Schneiden des Gewindes das Schneidwerkzeug stark beansprucht wird, ist auf jeden Fall beim Schneiden ein Öl zum Schmieren zu verwenden.

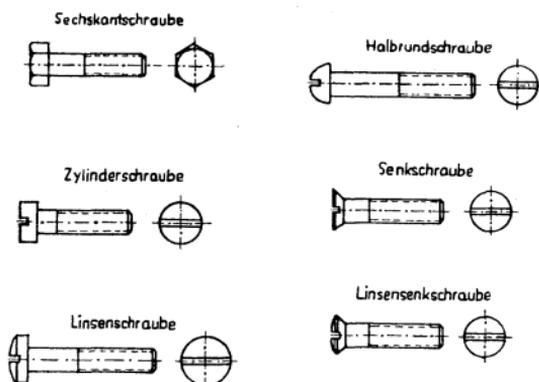
#### 4.5 Verbindungstechnik

Das Zusammenfügen mehrerer Werkstücke miteinander nennt man „Verbinden“. Dabei unterscheidet man zwischen lösba- ren und nichtlösba- ren Verbindungen. Zu den lösba- ren

Verbindungen zählt das Verschrauben, Verstiften und Verkeilen. Bei den nichtlösbaren Verbindungen ist ein Trennen der einzelnen Werkstücke nur durch Zerstörung des Verbindungselementes möglich, wobei mitunter auch die Werkstücke beschädigt werden. Zu den nichtlösbaren Verbindungen, die den Radiobastler interessieren, zählt vor allem das Nieten und das Löten.

#### 4.51 Verschrauben

Als Verbindungsteile werden Schrauben bzw. Gewindebolzen und Muttern verwendet. Beide besitzen das gleiche Gewinde und müssen gut zusammenpassen. Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Schrauben führte zu verschiedenen Ausführungsformen (Bild 43). Trotz der Normung und



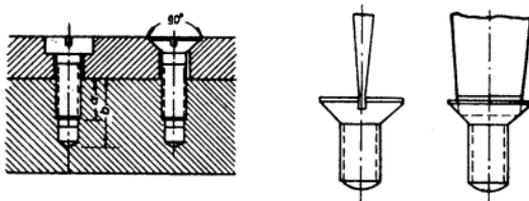
**Bild 43** Verschiedene Schraubenarten

einer starken Typenbereinigung Anfang der zwanziger Jahre sind heute noch über 1800 verschiedene Sorten von Schrauben und Muttern in Gebrauch. Die genormten Abmessungen sind in entsprechenden Normblättern festgelegt. Den Radiobastler interessieren aber nur Schrauben mit metrischem Gewinde, und zwar in den Ausführungsformen

Zylinderkopfschraube  
Senkkopfschraube  
Linsenschraube  
Linsensenkschraube

Halbrundschrabe  
Gewindestifte  
Sechskantschraube

sowie Muttern in Sechskantform und in Vierkantform. Gewindestifte werden oft auch als Madenschrauben bezeichnet. Wird eine Schraubenverbindung mit Schraube und Mutter hergestellt, dann muß das Durchgangsloch – um eine Beschädigung des Gewindes zu vermeiden – etwas größer gebohrt werden, als der Schraubendurchmesser beträgt. Ist in das Gegenstück ein passendes Gewinde eingeschnitten, so entfällt die Mutter. Als Werkzeuge zum Herstellen der Schraubenverbindung benötigt man Schraubenzieher, Schraubenschlüssel bzw. Steckschlüssel. Während man für Sechskantschrauben und Sechskantmuttern einen passenden Schraubenschlüssel bzw. einen Steckschlüssel benötigt, werden geschlitzte Schrauben mit dem Schraubenzieher angezogen. Der Schraubenzieher besitzt eine meißelähnliche Schneide, die am Ende parallel ausläuft. Dadurch kann er gut im Schraubenschlitz angreifen. Es sollte stets ein passender Schraubenzieher benutzt werden, da sonst der Schraubenkopf beschädigt wird (Bild 44). Mit dem Schrau-

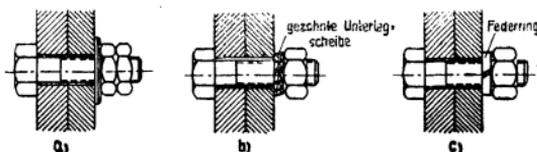


**Bild 44** Ausführung versenkter Schraubverbindungen (links); so muß der Schraubenzieher passen, damit der Schraubenkopf nicht verletzt wird (rechts)

benzieher kann man sich leicht verletzen, bei seiner Handhabung ist daher Vorsicht geboten.

In Fällen, wo sich die Schraubenverbindung infolge Beanspruchung lockert, empfiehlt sich eine entsprechende Sicherung (Bild 45). Oft wird zu diesem Zweck eine zweite Mutter gegen die erste geschraubt. Weitere Sicherungsmaßnahmen gegen ein Lockern der Schraubenverbindung sind gezahnte Unterlegscheiben oder Federringe. Bei Senkschrauben kann eine Sicherung durch einen Körnerschlag an den Schlitzenden erfolgen. Dabei quetscht die Körnerspitze den Werk-

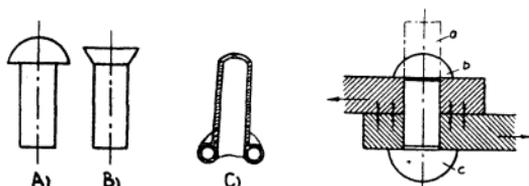
stoff geringfügig in den Schraubenschlitz. Will man die Senkschraube lösen, so muß vorher mit einem Schraubenzieher der Werkstoff wieder aus dem Schraubenschlitz geschlagen werden.



**Bild 45** Schraubensicherung durch Gegenmutter (a), gezackte Unterlegscheibe (b) oder Federring (c)

#### 4.52 Vernieten

Wie bereits eingangs gesagt, zählt das Vernieten zu den nichtlösbaren Verbindungen. Je nach dem Verwendungszweck unterscheidet man zwischen einer festen und einer losen Vernietung. Bei der festen Vernietung sind die einzelnen Werkstücke fest und unverrückbar miteinander verbunden. Die lose Vernietung erlaubt dagegen noch ein Bewegen der Teile gegeneinander. Für Vernietungen in der Radiopraxis verwendet man in den meisten Fällen Halbrundnieten und Senkkopfnieten aus Aluminium und Rohrnieten aus Messing (Bild 46). Der Vollniet besteht aus dem Setzkopf und dem



**Bild 46** Verschiedene Nietformen, Halbrundniet (A), Senkniet (B) und Rohrniet (C); die Nietverbindung besteht aus dem Nietschaft (a), dem Schließkopf (b) und dem Setzkopf (c)

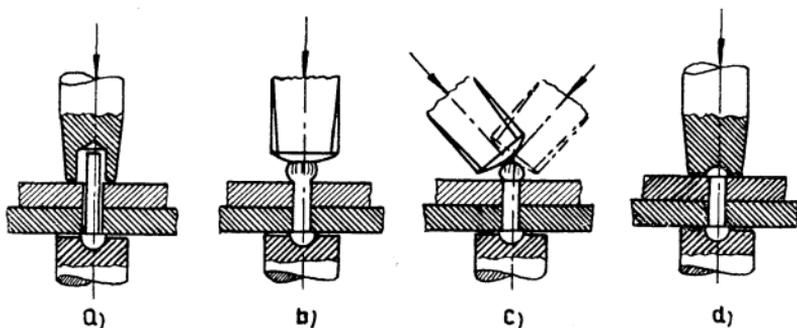
Nietschaft, er wird in verschiedenen Durchmessern und Längen hergestellt. Neben der Ausführung in Aluminium gibt es derartige Nieten auch aus Eisen (St 34.13) und aus Kupfer. Als Grundsatz sollte man sich merken, daß der Niet aus dem

gleichen Material bestehen soll wie die zu vernietenden Werkstücke. Zum Beispiel wäre es keineswegs sinnvoll, Aluminiumbleche mit KupfERNieten zu vernieten oder umgekehrt. Infolge der elektrolytischen Zersetzungserscheinungen würde eine Korrosion (Zerfressung) auftreten, die die Nietverbindung nach gewisser Zeit in Frage stellt.

Da der Niet beim Schlagen gestaucht wird, muß der Durchmesser der Bohrung etwas größer sein als der Durchmesser des Nietschaftes. Die folgende Tabelle gibt für die wichtigsten Nietschaftdurchmesser die Durchmesser der Bohrung an:

Nietschaft-Durchmesser	1	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5
Durchmesser der Bohrung	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,3	5,3

Damit beim Nieten die Bohrungen genau aufeinander passen, ist es empfehlenswert, die zu vernietenden Teile gleichzeitig in einem Arbeitsgang zu bohren. Zu diesem Zweck werden die zu vernietenden Werkstücke mit Hilfe von ein oder zwei Feilkloben zusammengespannt. Während man für Halbrundnieten nur glatte, entgratete Bohrungen benötigt, muß bei Senkkopfnieten die Bohrung versenkt werden. Der Senkwinkel, dem der Spitzenwinkel des verwendeten Spiralbohrers oder Spitzsenkers entsprechen muß, beträgt  $75^\circ$ . Zum Vernieten selbst verwendet man spezielle Nietwerkzeuge (Bild 47). Mit dem Nietzieher werden nach dem Einziehen der Niete die Werkstücke zusammengepreßt. Die Bohrung des Nietziehers muß dabei etwas größer sein als der Durchmesser des Nietschaftes. Der Setzkopf erhält dann eine ent-



**Bild 47** Arbeitsfolge beim Nieten; Anpressen (a), Anstauchen (b), Kopf formen (c) und Schließkopf setzen (d)

sprechende Unterlage. Für den Senkniet genügt eine ebene, glatte Unterlage und für den Halbrundniet wird ein entsprechend profilierter Gegenhalter verwendet. Die Nietschaftlänge muß etwas länger sein als die Dicke der zu vernietenden Werkstücke, damit genügend Material für den Schließkopf zur Verfügung steht. Als Erfahrungswert kann man die überstehende Länge  $z$  des Nietschaftes aus folgenden Beziehungen ermitteln

$$\text{Halbrundniet } z = 1,6 \cdot d; \text{ Senkniet } z = 0,9 \cdot d.$$

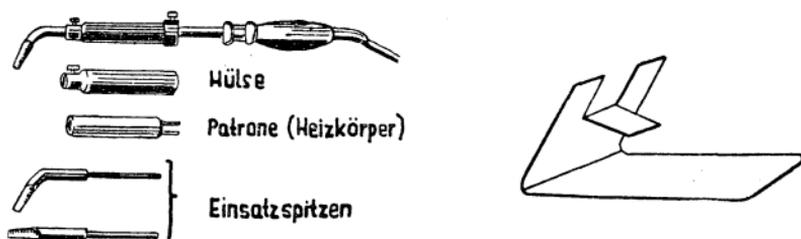
Mit  $d$  bezeichnet man den Durchmesser des Nietschaftes. Mit kräftigen Hammerschlägen wird der Nietkopf gestaucht, so daß er beim Senkkopf die gebohrte Senkung ausfüllt. Beim Halbrundkopf wird nach dem Anstauchen der Nietkopfsitzer angesetzt und mit kräftigen Schlägen der Schließkopf geformt.

Die Rohrniete oder Hohlniete, die aus Rohr gefertigt oder gezogen sein können, verwendet man für weniger beanspruchte Vernietungen. Eine Vernietung der Rohrnieten erfolgt durch Spreizen des Schaftendes. Meist verwendet man dazu den Körner. Das aufgespreizte Schaftende wird dann mit dem Hammer breitgeschlagen. Man kann sich aber auch ein spezielles Nieteisen für Rohrnieten anfertigen, wenn man eine Drehbank zur Verfügung hat. Am Schaftende eines Bolzens befindet sich ein kurzer Zapfen, der am Nieteisen in einem ringförmigen Hohlraum ausläuft. Man erhält mit diesem Nieteisen gleichmäßige, sauber aussehende Schließköpfe.

#### 4.53 Löten

Das Löten zählt für den Radiobastler zu den wichtigsten handwerklichen Grundlagen, die er beherrschen muß. Für die Praxis des Radiobastlers kommt nur das Weichlöten in Frage, bei dem als Bindemittel zwischen den Metallen ein bei niedriger Temperatur fließendes Weichlot verwendet wird. Man benötigt also zum Löten ein Weichlot und eine Wärmequelle. Als Wärmequelle wird vorwiegend ein elektrisch beheizter Lötkolben verwendet. Damit die durch die Heizpatrone erzeugte Wärme ohne große Temperaturminde-

rung zur Lötstelle gelangt, besteht die Lötkolbenspitze aus Kupfer. Die Kupferspitze ist meist abgewinkelt oder gerade und vorn meißelähnlich geformt (Bild 48). Da bei zu heißen Lötkolben durch Oxydation die Lötkolbenspitze leicht ver- zundert, ist es empfehlenswert, in den Löt-pausen die Heiz- patrone über einen Vorwiderstand oder einen Blockkonden-



**Bild 48** Der elektrische Lötkolben und seine Einzelteile (links), rechts ein einfacher Lötkolbenhalter

sator zu betreiben, dadurch sinkt in den Löt-pausen die Heiz- temperatur. Der Kondensator hat den Vorteil, daß an ihm keine elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird; er kann jedoch nur bei Wechselstrom angewandt werden.

Berechnung des Widerstandes:

Bei einem Lötkolben von 60 Watt soll die aufgenommene Leistung auf 40 Watt herabgesetzt werden. Die Stromauf- nahme beträgt bei 60 W

$$I_1 = \frac{N}{U} = \frac{60}{220} \approx 0,273 \text{ A.}$$

Der Widerstand des Lötkolbens ist dabei

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{220}{0,273} \approx 805 \text{ Ohm.}$$

Bei einem Leistungsverbrauch von 40 Watt ist die Stromauf- nahme nur noch

$$I_2 = \frac{N}{U} = \frac{40}{220} \approx 0,182 \text{ A.}$$

Der im Stromkreis vorhandene Widerstand muß dabei folgende Größe besitzen

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{220}{0,182} \approx 1\,210 \text{ Ohm.}$$

Der zugeschaltete Widerstand R zum LötKolben ergibt sich aus der Differenz von  $R_1$  und  $R_2$  zu

$$R = R_2 - R_1 = 1210 - 805 = 405 \text{ Ohm.}$$

Dieser Widerstand muß für folgende Leistungsaufnahme dimensioniert werden

$$N = I^2 \cdot R = 0,182^2 \cdot 405 \approx 13,4 \text{ Watt.}$$

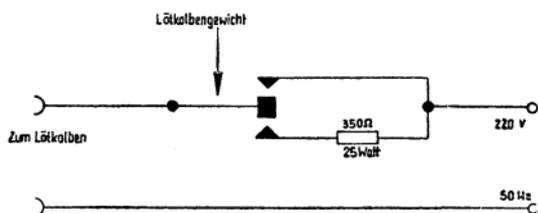
Berechnung des Kondensators:

Für die bereits bekannten Werte ergibt sich der Blindwiderstand des Kondensators aus der geometrischen Beziehung

$$R_c = \sqrt{R_2^2 - R_1^2} = \sqrt{1\,210^2 - 805^2} = 846 \text{ Ohm.}$$

Die Kapazität in  $\mu\text{F}$  erhält man für einen Wechselstrom mit der Frequenz 50 Hz zu

$$C = \frac{3180}{R_c} = \frac{3180}{846} \approx 3,75 \mu\text{F.}$$



**Bild 49** Umschalteneinrichtung zur Herabsetzung der Heiztemperatur in den Löt-pausen

Eine derartige Umschalteneinrichtung ist leicht selbst herzustellen (Bild 49). Zur Umschaltung genügt bei entsprechender Anordnung der Auflagedruck des LötKolbens, der auf den LötKolbenhalter aufgelegt wird. Für die Ausführung der

Lötarbeiten genügt ein elektrischer LötKolben mit einer Leistung von 60 bis 100 Watt. Nur wenn man größere Lötarbeiten vornimmt, wie das Löten von Kupferblechen oder an verzinnenden oder verkupferten Eisenblechen, braucht man einen LötKolben mit noch größerer Leistung. Die Heizpatronen der elektrischen LötKolben können ausgewechselt werden, und es ist vorteilhaft, wenn man eine Ersatz-Heizpatrone stets zur Verfügung hat. Für den Portable-Einsatz eignen sich LötKolben, die am offenen Feuer erwärmt werden können (HammerlötKolben) oder mit flüssigen Brennstoffen beheizte LötKolben.

Einer der wichtigsten Punkte, der beim Löten beachtet werden muß, ist der, daß sowohl die Lötstelle als auch die LötKolbenspitze sauber sein müssen. Die LötKolbenspitze wird daher vor jeder Lötung in Kolophonium gesteckt oder in eine Kolophonium-Spirituslösung getaucht. Die Lötstelle wird vorher mit einer Schlichtfeile, einem Messer oder mit Schmirgelleinen blankgemacht, mit dem Flußmittel benetzt und anschließend verzinnt. Sehr gut eignet sich zum Blankmachen der Lötstelle ein Glaspinsel-Radierer, wie ihn technische Zeichner beim Radieren von Transparentpapier verwenden. Das Verzinnen der Bauteile vor dem Einbau ist besonders wichtig, da man sich viel Ärger und Arbeit ersparen kann. Gut verzinnte Einzelteile wie Röhrensockel, Widerstands- und Kondensatoranschlüsse erleichtern wesentlich die Arbeit. Da bei der Erwärmung der Lötstelle eine Oxydation auftritt, ist die Verwendung eines sogenannten Flußmittels unumgänglich, sonst bleibt das Lötzinn nicht haften, und kalte Lötstellen treten dadurch auf. Als Flußmittel soll man grundsätzlich nur eine Kolophonium-Spiritus-Lösung verwenden. Jedes andere Flußmittel wie Lötwater oder Lötöl darf in keinem Fall verwendet werden. Diese Flußmittel sind säurehaltig und bilden Rost und Grünspan, die das Metall zerschmelzen. Das Flußmittel verhindert die Oxydation an der Lötstelle und läßt das Lötzinn gut fließen. Meist enthält das in Drahtform hergestellte Lötzinn einen Hohlraum, der mit Kolophonium gefüllt ist. Aber oft reicht dieses im Lötzinn enthaltene Kolophonium nicht für die ganze Lötstelle aus, so daß man besser diese vorher noch mit etwas Flußmittel benetzt.

Die LötKolbenspitze wird von Zeit zu Zeit mit einer Drahtbürste gereinigt. Ist die Kupferspitze stark verzundert, so muß die Oxydschicht mit einer Feile abgefeilt werden und die saubere Kupferspitze neu verzinnt werden. Richtiges Löten ist reine Übungssache. Da vom richtigen Löten die einwandfreie Funktion des gebauten Gerätes abhängig ist, sollte man mit Sorgfalt und Umsicht vorgehen. Man erwärmt die gut gesäuberte und mit Flußmittel benetzte Lötstelle nur so lange, bis das Lötzinn einwandfrei fließt. Dann entfernt man den LötKolben und läßt die Lötstelle erkalten. Während dem Erkalten sollte die Lötstelle möglichst nicht bewegt werden. Kalte Lötstellen entstehen, wenn das Lötzinn nicht am Metall haftet. Sie sind nicht immer leicht erkennbar und haben schon manchen Radiobastler zur Verzweiflung gebracht. Zur Vorsicht soll man deshalb zweifelhaft aussehende Lötstellen nochmals unter Verwendung des Flußmittels nachlöten. Nach dem Löten reinigt man die Lötstelle mit Spiritus von den vorhandenen Rückständen des Flußmittels. Auf die Ausführung verschiedener Lötarbeiten wird im zweiten Band dieses Themas näher eingegangen.

#### **4.6 Veredeln**

Oft besteht der Wunsch, dem selbstgebauten Gerät ein gefälliges Aussehen zu geben. Das trifft vor allem für die Frontplatte des Gerätes zu. Zu den einfachsten Verfahren zählt das Polieren der Oberfläche. Bei Aluminiumblech verwendet man feines Schmirgelleinen oder streut feines Schmirgelpulver auf die Platte und schleift mit einem Korken, den man in die Bohrmaschine spannt. Dadurch wird eine matte, silbergraue Oberfläche erzielt, bei der aber das Berühren mit den Fingern häßliche Flecke hinterläßt. Man entfettet daher die geschmirgelte Aluminiumplatte, indem man sie 15 Minuten lang in eine wäßrige Ätznatronlösung taucht. Diese Ätznatronlösung stellt man sich her, indem man in 1 Liter Wasser etwa 5 g Ätznatron löst. Nach dieser Ätzung wird die Aluminiumplatte gründlich in fließendem Wasser abgespült. Die Oberfläche darf dabei nicht mehr mit den Fingern berührt werden. Zum Schutz der Oberfläche wird diese nach dem Trocknen mit farblosem dünnem Zaponlack gestrichen.

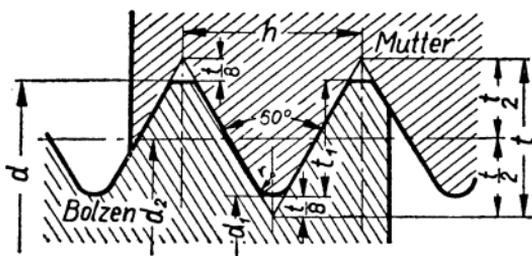
Eine weitere Möglichkeit besteht in dem Lackieren der Frontplatte mit Lackfarbe. Ein schönes Aussehen erhält man aber nur, wenn man die Lackfarbe mit einer Spritzpistole aufträgt. Es ist deshalb zu empfehlen, derartige Arbeiten in einer Autolackieranstalt vornehmen zu lassen. Besonders widerstandsfähig sind dabei Einbrenn-Lacke, die nach dem Spritzen in einem Heißluftofen eingebrannt werden. Sehr gut sehen eingebrannte Hammerschlag-Lackierungen aus, bei denen die Oberfläche wirkt, als wäre sie gehämmert. Damit der Lack gut auf der Oberfläche des Aluminubleches hält, ist eine Beizung durch Kochen in einer mit Kochsalz gesättigten Ätznatronlösung vorzunehmen. Auch andere Teile wie Chassisbleche, Abschirmungen usw. erhalten dadurch ein sauberes Aussehen. Diese Lösung stellt man her, indem man in 1 Liter Wasser ungefähr 100 g Ätznatron löst und anschließend soviel Kochsalz zugibt, wie es sich in der Ätznatronlösung noch auflöst. Anschließend wird die fertige Lösung erhitzt und das Aluminublech etwa 30 Sekunden eingetaucht. Anschließend erfolgt eine gründliche Spülung in fließendem Wasser.

Es gibt noch weitere Verfahren, die aber im Hausgebrauch nicht anwendbar sind. Dazu zählen das Eloxieren von Aluminium oder galvanische Überzüge durch Verkupfern, Vernickeln, Versilbern usw. Derartige Arbeiten muß man in speziellen Betrieben herstellen lassen.

Für die Bearbeitung von Holzoberflächen gibt es in den Drogerien Holzbeize zu kaufen, von denen dunkelbraune Beize besonders zu empfehlen ist. Meist wird das erhaltliche Pulver in Spiritus gelöst. Nach dem Beizen wird die Oberfläche mit einer Politur eingerieben, damit sie ein gefälliges Aussehen erhält.

## 5. WICHTIGE TABELLEN FÜR UNS

### 5.1 Metrisches Gewinde nach DIN 13



$$t = 0,8660 h$$

$$t_1 = 0,6495 h$$

$$d_2 = d - t_1$$

$$d_1 = d - 2t_1$$

$$r = 0,1082 h = t/8$$

Bild 50 Theoretische Werte. Maße in mm

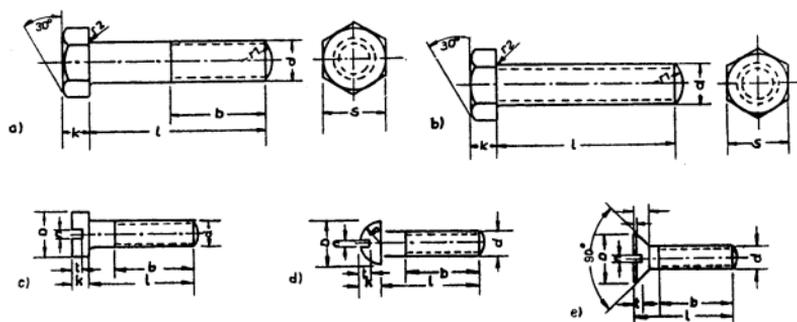
Bolzen und Mutter						
Gewinde-Nenn-durchmesser d	Steigung h	Flanken-durchmesser d <sub>2</sub>	Kern-durchmesser d <sub>1</sub>	Gewinde-tiefe t <sub>1</sub>	Rundung r	Kern-quer-schnitt mm <sup>2</sup>
1	0,25	0,838	0,676	0,162	0,03	0,36
1,2	0,25	1,038	0,876	0,162	0,03	0,60
1,4	0,3	1,205	1,010	0,195	0,03	0,80
1,7	0,35	1,473	1,246	0,227	0,04	1,22
2	0,4	1,740	1,480	0,260	0,04	1,72
2,3	0,4	2,040	1,780	0,260	0,04	2,49
2,6	0,45	2,308	2,016	0,292	0,05	3,19
3	0,5	2,675	2,350	0,325	0,05	4,34
3,5	0,6	3,110	2,720	0,390	0,06	5,81
4	0,7	3,545	3,090	0,455	0,08	7,50
5	0,8	4,480	3,960	0,520	0,09	12,3
6	1	5,350	4,700	0,650	0,11	17,3
8	1,25	7,188	6,376	0,812	0,14	31,9

### 5.2 Die wichtigsten DIN-Normen für Verbindungselemente

#### a) Schrauben

Schraubenbenennungen	DIN 918
Whitworth-Gewinde	DIN 11
metrisches Gewinde	DIN 13
Schraubenenden	DIN 78
Schlüsselweiten	DIN 475
Durchgangslöcher	DIN 69

Sinnbilder für Schrauben	DIN 407
Sechskantschrauben mit kurzem Gewinde	DIN 931
Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf	DIN 933
Stiftschrauben	DIN 938
Zylinderschrauben	DIN 84
Halbrundschrauben	DIN 86
Senkschrauben	DIN 87
Linsenschrauben	DIN 85
Linsensenkschrauben	DIN 88



**Bild 51** a) Sechskantschraube nach DIN 931; b) Sechskantschraube nach DIN 933; c) Zylinderschraube nach DIN 84; d) Halbrundschraube nach DIN 86; Senkschraube nach DIN 87

#### b) Muttern

Sechskantmuttern	DIN 934
flache Sechskantmuttern	DIN 439
flache Vierkantmuttern	DIN 562

#### c) Zubehör

Scheiben	DIN 433
Federringe	DIN 127

#### d) Holzschrauben

Linsensenkholzschrauben	DIN 95
Halbrundholzschrauben	DIN 96
Senkholzschrauben	DIN 97

### 5.3 Auszug aus Schraubennormen

a) Sechskantschrauben von M 1,7 bis M 8 nach DIN 931, Bl. 1 (Auswahl)

d	Gewinde	M 1,7	M 2	M 2,3	M 2,6	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
b		1,6	1,6	2	2	2,5	3	3	4	5	6
r		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4	2,8	3,5	4,5	5,5
k	(Größtmaß)	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	9	10	14
l		6-15	7-18	8-20	9-24	9-28	13-28	11-38	14-40	16-50	20-65

Die festgelegten Längen l betragen:

6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 mm

Von 6 mm Durchmesser ab werden längere Schrauben in Stufen von 5 zu 5 mm geliefert. Sind Zwischenstufen unvermeidlich, so sind Längen mit den Endziffern 2 und 8, z. B. 52, zu wählen.

b) Sechskantschrauben von M 1,7 bis M 8 nach DIN 933, Bl. 1 (Auswahl)

d	Gewinde	M 1,7	M 2	M 2,3	M 2,6	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
l		2-15	3-18	3-20	3-20	4-28	5-28	5-35	6-40	8-50	10-60

s, r und k wie in Tabelle zu DIN 931, Bl. 1

Die festgelegten Längen l betragen:

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 mm

Anmerkung wie in Tabelle zu DIN 931, Bl. 1.

c) Zylinderschrauben von M 1 bis M 8 nach DIN 84, Bl. 1 (Auswahl)

d Gewinde	M 1	M 1,2	M 1,4	M 1,7	M 2	M 2,3	M 2,6	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
b	3	3,5	4	5	6	7	8	9	11	12	15	18	22
D	.2	2,3	2,6	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	9	10	13
k	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4	2,8	3,5	4	5
n	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1,2	1,6	2
t	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,7	2	2,5
l	2-5	2-6	2-10	2-15	3-18	3-20	3-25	4-30	5-35	5-40	6-50	8-55	10-55

Die festgelegten Längen l betragen:

2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 mm

Ausführung: nach Wahl des Bestellers

Werkstoff: Flußstahl, Messing, Leichtmetall (bei Bestellung angeben).

d) Halbrundschrauben von M 1 bis M 8 nach DIN 86, Bl. 1 (Auswahl)

d Gewinde	M 1	M 1,2	M 1,4	M 1,7	M 2	M 2,3	M 2,6	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
k	1	1,15	1,3	1,7	2	2,2	2,5	2,7	3	3,5	4,5	5	6
R	1	1,15	1,3	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4,5	5	6,5
t	0,5	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,2	2,5	3

l, b, D, n wie in Tabelle zu DIN 84, Bl. 1

e) Senkschrauben von M 1 bis M 8 nach DIN 87, Bl. 1 (Auswahl)

d Gewinde	M 1	M 1,2	M 1,4	M 1,7	M 2	M 2,3	M 2,6	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
D	2	2,3	2,6	3,5	4	4,5	5	6	7	8	10	12	16
k	0,6	0,7	0,8	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	2	2,3	2,8	3,3	4,4
c	0,1	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,3	0,3	0,3	0,4
n	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,2	1,2	1,5
t	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,5

b und l wie in Tabelle zu DIN 84, Bl. 1

f) Gewindelängen und Mutterhöhen nach DIN 931, 934, 935  
(Auswahl)

Nenn- durchmesser	Gewindelängen b für		Mutter			
	kurze Schrauben	mittel- lange Schrauben	Sechskant- mutterhöhe m	Kronen- mutter- höhe h	Ecken- maß e	Schlüssel- weite s
M 1,7	6	6	1,4	—	4	3,5
M 2	7	7	1,6	—	4,6	4
M 2,3	8	8	1,8	—	5,2	4,5
M 2,6	9	9	2	—	5,8	5
M 3	10	10	2,4	—	6,4	5,5
M 3,5	11	11	2,8	—	6,9	6
M 4	12	13	3,2	5	8,1	7
M 5	12	15	4	5,5	10,4	9
M 6	15	18	5	7,5	11,5	10
M 8	18	22	6,5	9,5	16,2	14

## 5.4 Normen für die Werkzeugausstattung

### Norm 1

Werkzeugbedarf für den Anfänger

1 Seitenschneider 130 mm

1 Flachzange 130 mm

1 Rundzange 130 mm

1 Satz Schraubenzieher (2, 4, 5,5, 7 und 9 mm breit)

1 Hammer 200 g

1 Laubsäge

1 Körner 100 mm

1 Flachfeile, 200 mm, Bastardtyp

1 Flachfeile, 200 mm, Feinhieb

1 Rundfeile, 250 mm, Bastardtyp

1 Halbgrundfeile, 160 mm, Feinhieb

1 Feilenbürste

1 Stahlmeßband, 300 mm

1 Reißnadel

1 Messer

1 elektrischer LötKolben, 60 Watt

1 Handbohrmaschine mit Bohrern

## **Norm 2**

Für den fortgeschrittenen Bastler werden noch zusätzlich zu Norm 1 folgende Werkzeuge empfohlen:

- 1 Kombizange, 160 mm, isoliert
- 1 Schnabelzange, 160 mm
- 1 Abziehzange
- 1 Satz Uhrmacherschraubenzieher
- 1 Hammer, 500 g
- 1 Holzhammer
- 1 Handbügelsäge
- 1 Handblechschere, Berliner Form
- 1 Kreuzmeißel, 100 mm
- 1 Flachmeißel, 100 mm
- 1 Rundfeile, 250 mm, Feinhieb
- 1 Halbrundfeile, 160 mm, Bastardhieb
- 1 Vierkantfeile, 160 mm, Grobfeinhieb
- 1 Dreikantfeile, 160 mm, Grobfeinhieb
- 1 Satz Schlüsselfeilen
- 1 Feilkloben
- 1 Schraubstock, mittlere Größe
- 1 Handbohrmaschine, zwei Gänge, Bohrfutter bis 10 mm
- 1 Satz Spiralbohrer (1,5, 2,2, 2,4, 3, 3,2, 4, 4,3, 5,3, 6, 6,4, 7,4, 8,4, 9,5 und 10 mm)
- 1 Satz Gewindebohrer M 2, M 3 und M 4
- 1 verstellbares Windeisen
- 1 Satz Gewindeschneideisen M 2, M 3 und M 4
- 1 Schneideisenhalter
- 1 Rollstahlmeßband, 2 m lang
- 1 Anschlagwinkel
- 1 Schieblehre, 160 mm
- 1 Spitzzirkel
- 1 Satz Nietzieher 2, 3 und 4 mm
- 1 Satz Nietkopfsetzer, 2, 3 und 4 mm
- 1 Satz Gegenhalter 2, 3 und 4 mm
- 1 Pinzette
- 1 Flachpinsel
- 1 Fuchsschwanzsäge
- 2 Nagelbohrer

### **Norm 3**

Zusätzlich zu den Normen 1 und 2 werden noch folgende Werkzeuge empfohlen. Die Stückzahl der einzelnen Werkzeuge richtet sich nach der Zahl der Mitglieder der Kollektivstationen.

1 Gummihammer

1 Einstreichsäge

1 Stichsäge

1 Fuchsschwanz

1 elektrische Handbohrmaschine mit Ständer, Bohrfutter bis 16 mm

1 Satz Spiralbohrer bis 16 mm

1 Krauskopf

1 Kreisschneider

1 Satz Steckschlüssel M 2, M 3, M 4, M 5, M 6, M 8

1 Kabelmesser

1 Meßschraube

1 LötKolben, 100 Watt

1 LötKolben, 500 Watt

1 Stielfeilkloben

1 Hebelvorschneider

1 Satz Gewindewerkzeuge für M 5, M 6 und M 8

1 gefräste Feile für Aluminium

1 Raspelfeile für Holz

1 Maschinenschraubstock

1 Bohrprisma

Preis: 1,90 DM